Aus der Klinik und Poliklinik für Zahn-,
Mund- und Kieferkrankheiten
(Direktor: Prof. Dr. Dr. Johannes Stüben)
der Universität des Saarlandes

Vergleichende Untersuchungen zur Vitalitätsprüfung von Zähnen

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung der Doktorwürde der
Hohen Medizinischen Fakultät
der Universität des Saarlandes

1969
vorgelegt von

Wieland Scherer
geb. am 19. 7. 1942 in Illingen / Saar

Dekan: Prof. Dr. Witter
Referent: Prof. Dr. K. Fuhr

Aus der Klinik und Poliklinik für Zahn-, Mund- und Kieferkrankheiten (Direktor: Prof.Dr.Dr.Johannes Stüben) der Universität des Saarlandes

---

Vergleichende Untersuchungen zur Vitalitätsprüfung von Zähnen

I N A U G U R A L D I S S E R T A T I O N

zur Erlangung der Doktorwürde der

HOHEN MEDIZINISCHEN FAKULTÄT

DER UNIVERSITÄT DES SAARLANDES

1969

vorgelegt von

Wieland Scherer

geb. am 19.7.1942 in Illingen/Saar

Dekan: Prof.Dr. Witter

Referent: Prof.Dr.K. Fuhr

UNIV.
LEIDEN
BIBL.

Die mündliche Promotionsprüfung wurde am 3.7.1969 abgelegt.

Inhaltsübersicht

	Seite
I. Einleitung	
1. Erläuterung der Aufgabenstellung	3
2. Bedeutung der Vitalitätsprüfung	
a) In der Zahnerhaltung	6
b) In der prothetischen Zahnheilkunde	6
c) In der zahnärztlichen Chirurgie	7
II. Literarischer Teil	
1. Bemerkungen zur Anatomie der Zähne und ihrer nervösen Versorgung	8
2. Bemerkungen zur Physiologie der Nerven	9
3. Die Methoden der Vitalitätsprüfung	
a) Durch elektrische Reize	11
b) Durch thermische Reize	11
c) Durch mechanische Reize	12
III. Experimenteller Teil	
1. Methodik der Untersuchungen	
a) Erläuterung der Funktion und Wirkung der verwendeten Geräte	13
b) Beschreibung des Untersuchungsablaufes ...	18
c) Tabellierung der Untersuchungsergebnisse .	23
2. Auswertung und Darstellung der Ergebnisse	
a) Ergebnisse, bezogen auf die Gesamtzahl der untersuchten Zähne	44
b) Vergleiche der Prüfungsergebnisse unter Berücksichtigung der einzelnen Zahntypen .	48
c) Ergebnisse der Vitalitätsprüfung überkronter Zähne	54a
d) Ergebnis und Auswertung der Beziehung zwischen Zahn- und Gerätereihenfolge bei Vitalitätsprüfungen	58
e) Erläuterung zu klinisch und röntgenologisch nicht übereinstimmenden Befunden	66
f) Interpretationsversuche nicht übereinstimmender Fälle an Hand von Röntgenbildern ..	72
3. Diskussion der Ergebnisse	85
IV. Zusammenfassung	91
V. Schrifttum	95

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41542718_0074

I. Einleitung

1. Erläuterung der Aufgabenstellung

Unter Vitalitätsprüfungen sind Maßnahmen zu verstehen, die Aussagen über die Vitalität der Pulpa des Zahnes gestatten. Sie ermöglichen die Diagnose, ob die Pulpa lebend, also vital ist, oder ob der betreffende Zahn keine lebende Pulpa mehr aufweist. Kriterium ist dabei die Sensibilität der Pulpa, die mit Hilfe von - teilweise dosierten - Reizen thermischer oder elektrischer Art geprüft wird. Deshalb kann die Vitalitätsprüfung als das wichtigste Hilfsmittel der Pulpendiagnostik bezeichnet werden.

Spezielle Methoden der Vitalitätsprüfung sind erforderlich, da die Inspektion lediglich Vitalität oder Pulpentod vermuten lassen. So spricht eine verfärbte Zahnkrone, eine Narbe am Apex des Zahnes oder eine Schwellung für ihren möglichen Pulpentod. Zum anderen ist die Vitalitätsprüfung erforderlich, wenn durch die Anamnese kein eindeutiger Beweis für die Vitalität eines Zahnes gegeben ist. Sicher lassen auch hier Angaben des Patienten über eine Wurzelbehandlung Pulpentod vermuten. Klagen des Patienten bei thermischen und osmotischen Reizen deuten ebenso wie Beschwerden im Sinne einer akuten Entzündung der Pulpa auf Vitalität hin. Auf diese Angaben allein kann sich jedoch der Zahnarzt nicht verlassen. Spezielle Methoden der Vitalitätsprüfung sind endlich notwendig, wenn das im Rahmen einer Untersuchung routinemäßig durchgeführte Beklopfen der Zähne in achsialer Richtung aufgrund eines gegenüber gesunden Zähnen veränderten Klopfschalles oder des Phänomens des Wurzelschwirrens nur Hinweise auf einen eventuellen Pulpentod geben. Auch die Klopfempfindlichkeit eines Zahnes läßt eine Erkrankung der Wurzelhaut und damit indirekt einen Pulpentod nur vermuten.

Alle diese Phänomene liefern also keinen eindeutigen Beweis für die Vitalität oder den Pulpentod. Zur Sicherung dieser Diagnose sind daher besondere Maßnahmen erforderlich, die mit Wahrscheinlichkeit eine definitive Auskunft über den Zustand im Pulpenraum ergeben.
Die Methoden der speziellen Vitalitäsprüfung lassen sich einteilen in

1. Thermische Verfahren.
2. Elektrische Verfahren.
3. Gezielte Bohrprobe

Schließlich gilt als weiteres Hilfsmittel die Röntgenaufnahme.
Thermische Verfahren erfolgen durch Kälte (Verdunstungskälte von Chloräthyl oder Anwendung von Kohlensäureschnee) oder seltener Wärme (z.B. heiße Guttapercha oder erhitzter Kugelstopfer). Für die elektrischen Verfahren sind spezielle Vitalitätsprüfapparaturen vorhanden, die dosierte Reizungen der Pulpa ermöglichen.

Die gezielte Bohrprobe, d.h. das absichtliche Anbohren des Zahnes, um eine Schmerzreaktion bei vitaler Pulpa festzustellen, kann nur dann in Betracht kommen, wenn thermische oder elektrische Verfahren versagen und auch mit Hilfe einer Röntgenaufnahme eine vitale Pulpa nicht mit Sicherheit diagnostiziert werden kann. Dies kann bei überkronten Zähnen der Fall sein. Röntgenaufnahmen lassen nur den Schluß zu, daß in Folge einer sich abzeichnenden Wurzelfüllung oder einer Veränderung der Wurzelspitze die Pulpa nicht mehr vital ist. Die Vitalität eines Zahnes kann mit ihrer Hilfe nicht eindeutig bewiesen werden.

Im Schrifttum finden sich Angaben und Vergleiche einzelner Methoden der Vitalitätsprüfungen Back, R. (1), Borschke, A. u. Wolf, H. (4), Braunsdorf, A. (5), Büchs, H. (6), Dausch, F. (7), Dürr, H.J. (8), Fischer, G. (10), Hesse, G. (15), Langegger, P. (17), Müller, J. (20), Obwegeser, H. u. Steinhäuser, E. (22), Ritter, O.

(26), Sauermann, G. (27), Sauermost, E. (28), Saxer, A. (29), Schröder, H. (30), Stiegler, J.H. (31) ; vielfach fehlen jedoch Hinweise über die jeweils angewandte Methodik. Hierdurch sind objektivierbare Resultate reproduzierbarer Prüfmethoden schwer zu erzielen. Unter Berücksichtigung einer Reihe biologischer Faktoren Thonhofer, P. (32) , nicht zuletzt aber auch wegen der Unterschiedlichkeit der Ergebnisse soll in der folgenden Arbeit versucht werden, durch Vergleiche reproduzierbarer Prüfmethoden objektivierbare Resultate zu erzielen. Hierbei sollen zwei thermische und eine elektrische Methode der Vitalitätsprüfung miteinander verglichen werden. Neben klinischen sollen auch röntgenologische Befunde Aussagen über die Brauchbarkeit der einzelnen Verfahren zulassen.

2. Bedeutung der Vitalitätsprüfung

a) In der Zahnerhaltung

Therapeutisches Ziel der Zahnerhaltung ist es, möglichst jeden Zahn als vollwertige Kaueinheit zu erhalten. Für die Art der Behandlung ist dabei bedeutungsvoll, ob es sich um einen vitalen oder devitalen Zahn handelt.

Soll z.B. ein tief kariöser Zahn behandelt werden, so gibt die Vitalitätsprüfung den ersten Hinweis, ob eine Wurzelbehandlung vorgenommen werden muß. Handelt es sich um einen devitalen Zahn, so ist eine einfache Füllung nicht angezeigt.

Große Bedeutung gewinnt die Vitalitätsprüfung bei der Lokalisation eines Zahnes, der pulpitische Schmerzen verursacht.

Auch dann, wenn klinisch und anamnestisch die Herkunft diffuser Schmerzen nicht festgestellt werden kann, leistet die Vitalitätsprüfung wertvolle Hilfe.

In beiden Fällen bewahrt sie den Zahnarzt vor der wahllosen Trepanation oder gar Extraktion möglicherweise gesunder Zähne. Ähnliche Bedeutung hat die Vitalitätsprüfung bei der Erkennung von Zähnen mit bereits gangränös zerfallenem Pelpengewebe.

Mit Hilfe der Vitalitätsprüfung läßt sich der Erfolg oder Mißerfolg einer "indirekten" oder "direkten" Überkappung ermitteln und veranlaßt gegebenenfalls eine Änderung der bisherigen Therapie.

b) In der prothetischen Zahnheilkunde

Die Vitalitätsprüfung geht der Planung des Zahnersatzes voraus. Es ist für den Zahnarzt wissenswert, ob es sich bei dem zu überkronenden Zahn um einen vitalen oder devitalen Zahn handelt.

Zähne mit umfangreichen Füllungen lassen vielfach Zweifel über ihre Vitalität zu, denn die ursprüngliche Zahnfarbe - etwa im Vergleich zu den Nachbarzähnen - ist oftmals verlorengegangen. (Diagnostische Bedeutung der Zahnfarbe: Devitale Zähne zeigen oft auffällige Farbveränderungen.)

Auch die Überprüfung bereits überkronter Zähne, die aus funktionellen oder ästhetischen Gründen erneuert werden sollen, hat große Bedeutung. Möglicherweise sollen derartige Zähne zur Wiederherstellung der Kaufunktion als Pfeiler-Zähne verwendet werden. Das Erkennen bereits wurzelbehandelter, überkronter Zähne im Brückenverband läßt Schlüsse über ihre Tragfähigkeit bzw. Haltbarkeit zu.

Die Vitalitätsprüfung hat also nicht nur diagnostische Bedeutung, sondern erleichtert die Planung des Zahnersatzes.

c) In der zahnärztlichen Chirurgie

Die Bedeutung der Vitalitätsprüfung ist hierbei eng mit der Zahnerhaltung verknüpft. Mit ihrer Hilfe kann beantwortet werden, ob es sich um einen erhaltungswürdigen Zahn handelt.

Daneben lassen sich mit der Vitalitätsprüfung Ausmaß und Grad von Schädigungen im Zahn- und Kieferbereich erkennen, vor allem bei Kieferfrakturen oder Kiefererkrankungen.

Als ein wichtiges Diagnostikum wird die Vitalitätsprüfung bei der dentogenen Herdsuche bewertet.

Differentialdiagnostische Bedeutung hat die Vitalitätsprüfung bei neuralgiformen Beschwerden im Zahn-, Mund- und Kieferbereich.

II. Literarischer Teil

1. Bemerkungen zur Anatomie der Zähne und ihrer nervösen Versorgung.

Der Zahn besteht aus Dentin, Schmelz, Zement und Pulpengewebe. Angaben über die biochemischen und biologischen Anteile, Beschreibungen des makroskopischen und mikroskopischen Aufbaus der Zähne finden sich im Schrifttum z.B. Ketterl, W. (16), Meyer, W. (19) .

Die Zähne nehmen im Organismus morphologisch und physiologisch eine Sonderstellung ein. Auffällig ist, daß ein Zahn mit einer devitalen Pulpa weiterhin im Organismus als Kaueinheit verbleibt, während sonst totes Gewebe entweder resorbiert, eingeschmolzen oder als Sequester ausgestoßen wird.

Die vitale Pulpa baut primäres Dentin während der Entwicklungsperiode auf, während der Gebrauchsperiode lagert sie sekundäres Dentin ab. Über Dentinliquor und Tomessche Fasern ist die vitale Pulpa mit dem Stoffwechsel verbunden.

Durch ihre nervöse Versorgung kann die vitale Pulpa als Warnorgan fungieren, indem sie Veränderungen pathologischer Art (Karies) in Schmerzen transformiert.

Die ausschließlich sensible Versorgung der Zähne durch den N.V. erfolgt über das Pulpengewebe und das Periodontium.

2. Bemerkungen zur Physiologie der Nerven

Das Nervensystem baut sich auf aus Neuronen, d.h. aus Nervenzellen mit ihren Fortsätzen. Die Fortsätze einer Nervenzelle können sich mit denen anderer innig durchflechten, ohne dabei miteinander zu verschmelzen. Diese Neuronentheorie gilt als anatomisch und physiologisch gesichert Rein, H. u. Schneider, M. (25) . Jede Nervenzelle weist neben zahlreichen kürzeren, sich verjüngenden Fortsätzen, den Dentriden, auch einige lange Fortsätze, Neuriten, auf. Der Neurit ist das Leitungsorgan, in dem die entstandenen Erregungen fortgeleitet werden.

Durch spezialisierte Transformationsorgane, die Rezeptoren, kann ein Reiz in eine Erregung umgewandelt werden. Es ist dabei gleichgültig, ob es sich um einen endogenen oder exogenen Reiz handelt, oder ob er mechanischen, chemischen, thermischen oder elektrischen Ursprungs ist. Wichtig für die Umwandlung in eine Erregung bzw. Weiterleitung ist allein die Reizintensität.

Elektrophysiologisch unterscheidet man bei einem Nerv zwischen Ruhepotential bzw. Ruhestrom und Aktionspotential bzw. Aktionsstrom.

An der Stelle, an der durch einen Reiz ein zur Erregung führender Prozeß ausgelöst wird, entsteht ein Aktionspotential. Durch dieses Aktionspotential wird in der Nachbarschaft die Nervenmembran depolarisiert. Nach der "Stömchentheorie der Erregungsleitung" gleichen sich Potentialdifferenzen zwischen der erregten und unerregten Nachbarschaft durch lokale "Strömchen" aus. Dies ist der Fortleitungsmodus markloser oder markarmer Fasern.
Bei den markhaltigen Nervenfasern spricht man von der "saltatorischen Erregungsleitung", d.h. hier springen die "Strömchen" von einem Nervenabschnitt (begrenzt

durch die Ranvierschen Schnürrige) zum anderen. Hierdurch wird die Leitungsgeschwindigkeit gegenüber den marklosen Nervenfasern erheblich gesteigert. Die sensiblen Fasern der Zähne gehören sowohl der A-Gruppe (markhaltig) als auch der C-Gruppe (marklos) an und haben eine Leitungsgeschwindigkeit von 120 bis 0,5 m/sec.

Nach Hensel, H. (14), Münch, J. und Schriever, H. (21) ist die einzige Empfindung, die an Zähnen durch mechanische, chemische, thermische, osmotische oder elektrische Reize ausgelöst werden kann, der Schmerz.

Neben der Zahnpulpa ist auch das Dentin, wenn auch vergleichsweise geringer, schmerzempfindlich. Die Ursachen der Schmerzleitung und der sensiblen Versorgung des Dentins sind nicht restlos geklärt.

Die Schmerzimpulse für den Zahnschmerz laufen in den "Schmerzfasern" der Pulpa oder in denen der Wurzelhaut. Hierdurch entstehen bei diffusen Zahnschmerzen differentialdiagnostische Schwierigkeiten.

Jeder Reiz kann die Schmerznerven in gleicher Weise in Erregung versetzen, wobei die Ursache hierfür in einer Störung des Stoffwechsels zu suchen ist.

3. Die Methoden der Vitalitätsprüfung

a) Durch elektrische Reize

Die Vitalitätsprüfung mit faradischem Strom wurde von Fuijt, W. (11) und Schröder, H. (30) gleichzeitig in die Zahnheilkunde eingeführt.

Die Anwendung hochfrequenter Ströme bei der Vitalitätsprüfung wurde 1928 von Borschke, A. und Wolf, H. (4) beschrieben. Es handelt sich dabei um Arsonvalströme - hochfrequente Ströme mit sehr hoher Spannung - die in einem Schwingungskreis durch Induktion von Funkenentladungen erzeugt werden.

Heute werden zur Vitalitätsprüfung vorwiegend Geräte verwendet, die, mit Wechselströmen gespeist, eine Spannung von 0-90 Volt und eine in der Größenordnung von Mikroampere liegende Stromstärke liefern.

Eine gesonderte Stellung nimmt das von Langegger, P. (17) und Stiegler, J.H. (31) entwickelte Prüfgerät mit einer Maximalspannung von 40-60 Volt ein. Die genannten Autoren haben sich eine Erkenntnis von Björn, H. (3) zu Nutze gemacht: Zur Reizung einer schwach vitalen Pulpa ist eine Stromstärke von ca. 40 Mikro-Ampere nötig. Ein über die Gingiva zum Periodontium abgeleiteter Strom muß dagegen eine Stromstärke von 250 Mikro-Ampere aufweisen, um Sensationen auszulösen. Hierdurch sollen täuschende Reize in der Umgebung des Zahnes und damit Fehldiagnosen vermieden werden. Das von den oben angeführten Autoren entwickelte Gerät liefert daher auch nur eine Maximalstromstärke von 40 Mikro-Ampere.

b) Durch thermische Reize

Diese Prüfungen lassen sich in Wärme- und Kältereize unterscheiden.

Um einen Wärmereiz auszuüben, kann in der Zahnheilkunde heiße Guttapercha oder ein erhitztes kugel- bzw. spatelförmiges Instrument benutzt werden.

Zur Kältereizung kann Wasser unter Körpertemperatur oder auch Eis verwendet werden. Daneben ist eine Vitalitätsprüfung auch durch einen mit Chloräthyl getränkten Wattebausch möglich. Von Back, R. (1) wurde 1936 Kohlensäureschnee zur Vitalitätsprüfung angegeben.

1963 berichten Obwegeser, H. und Steinhäuser, E. (22) über ein neues Prüfgerät, das ebenfalls mit Kohlensäureschnee arbeitet.

c) Durch mechanische Reize

Neben der Perkussion ist in diesem Zusammenhang die Vitalitätsprüfung durch den Bohrversuch zu nennen, die jedoch aus bereits erwähnten Gründen zur Prüfung klinisch gesunder Zähne nicht oft angewendet werden kann.

II. Experimenteller Teil

1. Methodik der Untersuchungen

Um statistisch gesicherte Aussagen zu erlauben, werden bei 18 Patienten je 20 Zähne, diese zu je 10 auf Ober- und Unterkiefer verteilt, mit Hilfe von 3 Vitalitätsprüfgeräten auf ihre Vitalität geprüft. Über das Ergebnis dieser Prüfung wird ein Untersuchungsprotokoll angefertigt. Daneben werden auch die Befunde der einzelnen Zähne - Defekte, Füllungen und Kronen - sowie die farblichen Unterschiede der einzelnen Zähne im Untersuchungsprotokoll niedergelegt.

a) Erläuterung der Funktion und Wirkung der verwendeten Geräte

Bei den zur Vitalitätsprüfung benutzten Geräten handelt es sich um thermische und elektrische Pulpenprüfer:

Gerät I = erhitzter Kugelstopfer.
Gerät II = elektrischer, kabelloser, aufladbarer Pulpenprüfer [1].
Gerät III = Pulpenprüfgerät mit Kohlensäureschnee [2].

Bei Gerät I handelt es sich um einen Kugelstopfer mit einem kugelförmigen Arbeitsende von 3,2 mm Durchmesser. Um das Instrument als Pulpenprüfer benutzen zu können, wurde es erhitzt, bis es weißes Papier bräunte bzw. gerade ein Loch einbrennen konnte. Der zu untersuchende Zahn wurde mit einem Luftbläser getrocknet undmit dem erhitzten Instrument geprüft. Um alle Zähne mit möglichst gleicher Temperatur zu reizen, wurde wieder-

---

[1] Hersteller: RITTER AG, Durlach

[2] Gerät: Odontotest der Fa. FRICAR AG, Zürich

holt die Temperatur des Kugelstopfers gemessen, die zum Bräunen von Papier notwendig war.

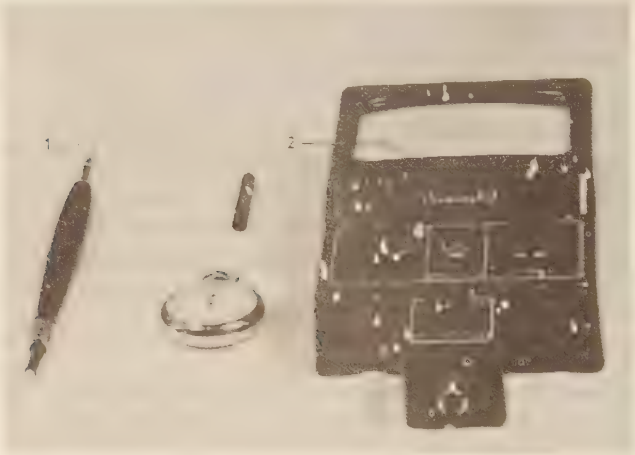

Abb.: 1
Thermophil = Gerät zur schnellen Temperaturmessung.
(1) Prüfsonde, (2) Temperaturanzeiger.

Mit dem in Abb. 1 gezeigten Sekundenthermometer wurde die Durchschnittstemperatur mit 110° C gemessen.

Wird das erhitzte Instrument an einen Zahn gehalten, so gibt der Patient nach einer bestimmten Zeit Schmerzen an. Erfolgte keine Reaktion, so wurde der Zahn als devital bezeichnet. Um Pulpenschädigungen zu vermeiden, wird das erhitzte Gerät nur solange an den zu prüfenden Zahn gehalten, bis eine Reaktion erfolgt.

Mit Hilfe einer Stoppuhr wird die Reizzeit gemessen, d.h. die Zeit, die vom Augenblick der Applikation an bis zur subjektiven Schmerzempfindung vergeht. Auf Grund von Voruntersuchungen erwies es sich als sinnvoll, die Reizzeit nicht über 25 sec. auszu-

dehnen, da danach die Temperatur des Instruments zu stark absank. Deshalb wird ein Zahn als devital bezeichnet, wenn nicht innerhalb von 25 sec. eine Reaktion erfolgt. Zähne mit Kunststoffmantelkronen konnten mit Gerät I nicht geprüft werden, da sonst Materialschädigungen befürchtet werden mußten.

Als Gerät II wird der in Abb. 2 gezeigte elektrische Pulpenprüfer verwendet. Es handelt sich dabei um ein kabelloses Zahnprüfhandstück. Als Spannungs-

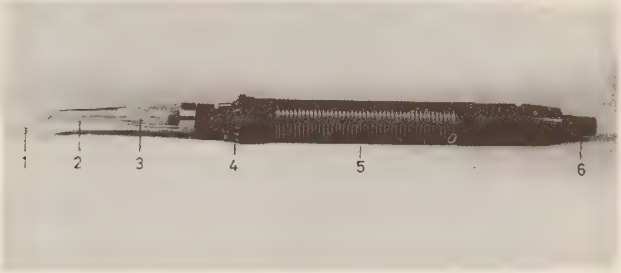

Abb.: 2

Aufladbares Zahnprüfhandstück. (1)Elektrodenspitze, (2) Prüfelektrode, (3) Glimmröhre, (4) drehbare Skala, (5) Handelektrode, (6) Konzentr. Stecker: dieser ist nur bei nicht arbeitendem Gerät zu verwenden.

quelle dient ein DEAG Nickel-Cadmium Akkumulator von 1,25 Volt mit einer Kapazität von 450 mAh. Der angeschlossene Generator erzeugt Spannungsimpulse steiler Kurvenform von max. 800 Vss und einer Frequenz von 450 Hz. Die Reguliermöglichkeit geht von 0-10, d.h. über einen Schichtpotentiometer kann die Spannung zwischen den Elektroden von 0 bis 800 Vss eingestellt werden. Bei dem vorgegebenen Skalenumfang können bei einem Ersatzwiderstand von 100 kOhm Ströme von 0...33,4 mA erreicht werden.

Während der Prüfung bleibt die Elektrode ständig in Kontakt mit dem Zahn; dabei berührt die freie Hand des Prüfenden das Gesicht des Probanden. Die Skala wird bei Null beginnend langsam gedreht, bis der Patient reagiert. Über diese Stufe wird die Skala für den betreffenden Zahn nicht gedreht. Das Aufleuchten der Glimmröhre dient zur optischen Kontrolle, ob der Stromkreis geschlossen ist.

Bei Gerät II wird an Stelle der Reizzeit der Skalenwert des Reaktionseintritts im Untersuchungsprotokoll festgehalten. Die Grenze der Reizstärke ist bei diesem Gerät durch die Einstellbarkeit des Skalenwertes gegeben, d.h. zeigt ein Zahn (Proband) bei dem Skalenwert 10 noch keine Reaktion, so wird dieser Zahn als devital angesehen.

Bei dem als Gerät III bezeichneten Pulpenprüfer handelt es sich um ein Vitalitätsprüfgerät mit Kohlensäureschnee.

Der zylinderförmige Ansatzstutzen aus Plexiglas paßt auf das Gewinde einer Kohlensäureflasche. Der Plexiglaszylinder hat einen aufgeschraubten Boden mit Gummidichtung, sowie seitlich einige kleine Öffnungen (s. Abb. 3). So kann der durch die Druckexpansion entstehende Überdruck entweichen.

Bei der Entspannung auf atmosphärischen Druck verdampft die ausströmende Kohlensäure, zum Teil sofort, an der Luft. Es entsteht dabei eine Verdunstungskälte, die so groß ist, daß der übrige Teil der flüssigen Kohlensäure zu Schnee erstarrt. Dieser hat eine Temperatur von -78° C. Die aus der feinen Düse entweichende Kohlensäure wird in einem Trägerröhrchen, das im Innern des Plexiglaszylinders liegt, als Schnee aufgefangen (s. Abb. 4).

Abb.: 3

Odontotest der Fa. Fricar. (1) Druckflasche mit Kohlendioxid, (2) Entlastungsventil mit Regulierschraube, (3) Ansatzstutzen mit Dosierschraube, (4) Plexiglaszylinder, (5) Träger für den Kohlensäureschnee.

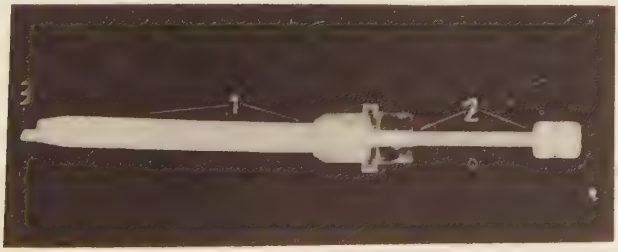

Abb.: 4

(1) Träger für Kohlensäureschnee und (2) Schneestopfer, (3) zu einem Stäbchen komprimierter Kohlensäureschnee.

Die Menge des benötigten Kohlensäureschnees im Träger (Abb. 3 u. 4) ist mit Hilfe der Dosierschraube einzustellen. Sie richtet sich nach der Anzahl der zu untersuchenden Zähne. Die eigentliche Vitalitätsprüfung wird mit dem in Abb. 4 gezeigten Teil des Gerätes durchgeführt.

Bei der Prüfung wird der Kohlensäureschnee in der Gegend des Zahnhalses angepreßt, da hier der isolierende Schmelzmantel relativ dünn ist.

Durch Kohlensäureschnee von -78° C wird ein thermischer Reiz auf das Pulpengewebe ausgeübt. Reagiert der Patient nach einer bestimmten Zeit mit Schmerzen, so ist der Zahn als vital anzusehen. Auf die Gingiva fallende Schneestücke verursachen keine Verätzungen, da sich sofort eine isolierende Dampfschicht bildet (LEIDENFROSTSCHES Phänomen). Um diese Isolierung am Zahn zu vermeiden, muß die Applikation bei der Prüfung unter Druck erfolgen.

Bei der Anwendung dieses Gerätes wird - wie bei Gerät I - die Reizzeit mit der Stoppuhr gemessen und im Untersuchungsprotokoll notiert. Reagiert der Patient nach einer Reizdauer von 13,5 sec. nicht, so wird der entsprechende Zahn als devital bezeichnet.

b) Beschreibung des Untersuchungsablaufes

Bei 18 Probanden verschiedenen Alters und Geschlechts werden an je 20 Zähnen Vitalitätsprüfungen durchgeführt. Nach Möglichkeit werden die Vitalitätsprüfungen an folgenden Zähnen einer jeden Kieferhälfte durchgeführt:

1. mittlere Schneidezähne	insgesamt	66
2. seitliche Schneidezähne	"	69

3. Eckzähne	insgesamt	71
4. zweiter Prämolar	"	71
5. zweiter Molar	"	70

Damit sind alle im menschlichen Gebiß vorkommenden Zahntypen erfaßt.

Da nicht alle Probanden die vorgegebenen 20 Zähne aufwiesen, wurden insgesamt nur 347 Zähne auf ihre Vitalität geprüft.

	Geschlecht		
Alter in Jahren	♂	♀	insgesamt
unter 30	9	5	14
über 30	2	2	4
insgesamt	11	7	18

Tab.: 1
Alters- und Geschlechtsverteilung der Probanden.

Aus der Tabelle 1 ist die Alters- und Geschlechtsverteilung der untersuchten Probanden zu ersehen. Um ein möglichst objektives Ergebnis zu erzielen, werden die Vitalitätsprüfungen im Blindversuch durchgeführt: Der Prüfer weiß vor Beginn der Prüfungen nicht, welche Zähne vital sind. Auch werden die Probanden vor jeder Untersuchung angehalten, dem Untersuchenden während der Prüfung nichts über den Vitalitätszustand mitzuteilen.

Bei jedem Probanden werden in einer Sitzung alle drei Geräte geprüft. Da bei 3 verschiedenen Prüfgeräten 6 Möglichkeiten bestehen, ihre Reihenfolge zu variieren, werden die 18 Probanden in 6 Gruppen (Gruppe A bis F) zu je 3 eingeteilt. Hierdurch soll ermittelt werden, ob und inwieweit die Gerätenreihenfolge bei der in einer Sitzung je Patient durchgeführten Prüfung bedeutungsvoll ist.

	Gerätenreihenfolge		
Gruppe A: Pat. Nr. 1 - 3	I,	II,	III,
Gruppe B: Pat. Nr. 4 - 6	II,	I,	III,
Gruppe C: Pat. Nr. 7 - 9	III,	II,	I,
Gruppe D: Pat. Nr. 10 - 12	III,	I,	II,
Gruppe E: Pat. Nr. 13 - 15	I,	III,	I^4,
Gruppe F: Pat. Nr. 16 - 18	II,	III,	I,

Tab.: 2
Gruppeneinteilung der Probanden zu den Variationen der Gerätenreihenfolge.

Wie aus der Tabelle 2 ersichtlich ist, wird jeder Patientengruppe eine bestimmte Gerätenreihenfolge bzw. Kombinationsfolge zugeordnet. Dadurch kann zwar bei jeweils 6 Patienten mit dem gleichen Gerät begonnen werden, aber bei nur 3 Probanden wird die gleiche Reihenfolge der Geräte angewendet. Die Patienten werden nach Möglichkeit auf alle 6 Kombinationen gleichmäßig verteilt.

Gerätenreihenfolge	I_1	I_2	I_3	II_1	II_2	II_3	III_1	III_2	III_3
Alter in Jahren	Zahl der Probanden								
unter 30	5	5	4	5	4	5	4	5	4
über 30	1	1	2	1	2	1	2	1	2
zusammen	6	6	6	6	6	6	6	6	6

Tabelle: [1] 3
Verteilung der Probanden auf die Gerätenreihenfolge, in Abhängigkeit von der Alterstufe.

Es kommt in jeder Gruppe annähernd die gleiche Anzahl der Patienten beider Altersgruppen vor. Da bei jedem Probanden die Zähne mit drei Geräten in einer Sitzung auf ihre Vitalität geprüft werden - der Zeitaufwand der gesamten Prüfung für jeden Patienten

---

1) Die römischen Ziffern stehen für das Gerät, der Index (arabische Ziffern) für die Gerätefolge.

beträgt 1,5 bis 2 Stunden - ist es erforderlich, für jeden Probanden drei Untersuchungsprotokolle anzufertigen. Sind alle Zähne mit den Geräten durchgetestet, dann werden die hierüber angefertigten Einzelprotokolle zusammengefaßt. Diese Maßnahmen sollen der Objektivierung der Ergebnisse dienen und gleichzeitig eine Beeinflussung des Untersuchenden im Hinblick auf vorangegangene Ergebnisse weitgehend verhindern.

Neben dem Wechsel der Gerätenfolge wird auch die Reihenfolge der zu untersuchenden Zähne bei jedem Probanden variiert. Diese Maßnahme dient dazu, Verfälschungen des Prüfungsergebnisses zu vermeiden, d.h. die Resultate, die letztlich durch subjektive Aussagen der Patienten zustande kommen, sollen nicht durch Gewöhnung seitens des Patienten und nicht durch den anatomischen Aufbau und physiologischen Zusammenhang der Zähne eines Kieferquadranten bei der Vitalitätsprüfung beeinflußt werden.

Um die Reihenfolge der zu prüfenden Zähne festlegen zu können, wird nach dem Schema der Abb. 5 verfahren:

Verschlüsselung	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
			rechts					links		
Zahnzeichen im OK	7	5	3	2	1	1	2	3	5	7
Zahnzeichen im UK	7	5	3	2	1	1	2	3	5	7
			rechts					links		
Verschlüsselung	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

Abb.: 5
Zahnschema und Verschlüsselung der einzelnen Zahntypen

Bei jedem Patienten werden alle 10 Zähne, beim zweiten Molaren rechts beginnend, von 1 bis 10

durchnummeriert bzw. verschlüsselt. Jedem Zahn wird dadurch eine bestimmte Zahl zugeordnet, die bei den Zähnen aller Patienten immer gleich bleibt.

Reihenfolge der verschlüsselten Zähne im OK

1 9 8 4 7 5 10 2 3 6 →

Reihenfolge der verschlüsselten Zähne im UK

6 9 4 1 7 10 8 3 2 5 →

Abb.: 6

Reihenfolge der als Schlüssel benutzten Zähne in einem Beispiel. Die Folge wurde der Tabelle von LINDER, A. über zufällig angeordnete Zahlen entnommen.

So wie im Beispiel der Abb. 6 wird die Untersuchungsfolge der Zähne bei allen Patienten ermittelt.

Werden den jeweils durch die Verschlüsselung ermittelten Zahlen die entsprechenden Zähne zugeordnet, so resultiert bei dem oben angeführten Beispiel folgende Zahnfolge:

Anfang 7+ +5 +3 2+ +2 1+ +7 5+ 3+ +1 Zahnzeichen für OK
-1 -5 2- 7- -2 -7 -3 3- 5- 1- Zahnzeichen für UK
Ende

Abb.: 7

Die Pfeilrichtung gibt die Reihenfolge der zu untersuchenden Zähne an. (Die arabischen Ziffern sind Zahlsymbole der einzelnen Zahntypen.)

Aus dem in Abb. 7 gezeigten Beispiel ist zu erkennen, daß konstant zwischen den einzelnen Zahntypen in Ober- und Unterkiefer gewechselt wird. Es wird stets mit dem Zahn begonnen, dessen verschlüsselte

Ziffer in der Tabelle von LINDER an erster Stelle steht. In dem in Abb. 6 und 7 aufgeführten Beispiel ist dies der zweite Molar im Oberkiefer rechts (Zahnzeichen: 7+).

Und der Zahn der als letzter geprüft werden soll, ist der mittlere Schneidezahn im Unterkiefer rechts (: 1-). Bei 347 Zähnen wurden in dieser Art die Vitalitätsprüfungen durchgeführt. Insgesamt resultierten daher 1041 Einzelprüfungen. Zusätzlich erfolgten bei jedem Probanden Röntgen-Aufnahmen des gesamten Gebisses (je 11 Aufnahmen 30x40 mm).

Diese Röntgenbilder wurden ausgewertet und unabhängig von den klinischen Befunden im Untersuchungsprotokoll niedergelegt. Das Röntgenbild wurde mit dem Ergebnis der Vitalitätsprüfung und dem der Zahnfarbenbestimmung verglichen.

c) Tabellierung der Untersuchungsergebnisse

Die Tabellen 4-6 geben die Ergebnisse mit den Geräten I, II und III den Röntgenbefund und den aus der Zahnfarbe ermittelten Befund aller untersuchten Zähne wieder. Wie die Reizzeiten bzw. die Skalenwerte an den einzelnen Zähnen sich zueinander verhalten, ist aus den Tabellen 7-9 zu ersehen.

Um die Reizzeiten miteinander vergleichen zu können, wurden diese bei den Geräten I und III im Untersuchungsprotokoll notiert. Bei Gerät II wurde an Stelle der Reizzeit der Skalenwert notiert, bei dem es infolge des Reizes zu Wahrnehmungen kam.

Die Reizzeit wird vom Probanden mit der Stoppuhr gemessen. Obwohl durch diese Maßnahme die Reizzeit rein subjektiv festgelegt wird, ist anzunehmen, daß in bezug auf die Gesamtzahl der Patienten, gleichwertige Ergebnisse erzielt werden können.

Erklärung der in den Tab. 4-6 benutzten Zeichen und Abkürzungen:

1. Spalte: fortlaufende Numerierung der Zähne von 1-347

2. Spalte: Za: bedeutet Zahntyp

3. Spalte: Be: bedeutet Zahnbefund in bezug auf Defekt, Füllung und Zahnersatz

Es wurden dabei folgende Abkürzungen benutzt:

- : ohne Befund (gesunder Zahn)

C : Zahnkaries

F : Füllung

und zwar

m : aus Metall (Edelmetall oder Amalgam)

z : aus Zement (Silikat-, Phosphat- oder Steinzement)

HK: Hülsenkrone

MK: Mantelkrone (Kunststoff oder Porzellan)

B : Pfeilerzahn in einem Brückenverband

4. Spalte: I: bedeutet Gerät I (erhitzter Kugelstopfer)

Für die Befunde mit dem Gerät I wurden folgende Zeichen benutzt:

1 : vitaler Zahn

2 : devitaler Zahn

3 : Die Vitalität des Zahnes ist unbestimmt bzw. nicht diagnostizierbar.

Konnten vom Patienten keine eindeutigen Aussagen über Schmerzen gemacht werden, so wurde der Zahnbefund als unbestimmt bezeichnet. Handelte es sich dagegen um einen Zahn z.B. mit einer Kunststoffkrone, so wurde hier die Prüfung mit dem erhitzten Kugelinstrument unterlassen, um die Krone nicht zu schädigen.

5. Spalte: II: bedeutet Gerät II (Pulpenprüfer d. Fa. RITTER AG)

In dieser Spalte sind die Befunde der Prüfungen mit Gerät II eingetragen, wobei den Zahlen 1-3 die gleiche Bedeutung zukommt, wie in der vorhergehenden Spalte.

6. Spalte: III: bedeutet Gerät III (Odontotest, Pulpenprüfer mit Kohlensäureschnee)

In dieser Spalte wurden analog den Spalten 4 u. 5 für die Befunde des Gerätes III die gleichen Zahlen eingetragen.

7. Spalte: Rö.: bedeutet Röntgenbefund (Befund der einzelnen Zähne, der auf Grund der einzelnen Röntgenbilder ermittelt wurde.)

Die Zahlen 1-3 bedeuten das gleiche, wie in den vorherigen Spalten.

8. Spalte: Fa.: bedeutet die Zahnfarbe

Hier wurde darauf geachtet, ob und inwieweit sich die Farbe der einzelnen Zähne von der Mehrzahl der anderen unterschied.

In den Tabellen 7 - 9 bedeuten:

d = devital, kein Reizerfolg über die Maximalzeiten und höchsten Skalenwerte hinaus.

n = nicht diagnostizierbar, oder: Befund unbestimmt

Patient: 01

Nr.	Za.	Be.	I	II	III	Rö.	Fa.
1	7+	mF.C	1	1	1	1	1
2	5+	mF	1	1	1	1	1
3	3+	mFzF	1	1	1	1	1
4	2+	mF	1	1	1	1	1
5	1+	mF	1	1	1	1	1
6	+1	MK	3	2	1	1	3
7	+2	mF	2	1	2	2	1
8	+3	mF	1	1	1	1	1
9	+5	mF	1	1	2	2	2
10	+7	mF	2	1	1	1	1
11	7-	mF	1	1	1	1	2
12	4-	mF	2	1	1	1	1
13	3-	-	1	2	1	1	1
14	2-	-	1	1	1	1	1
15	1-	-	1	1	1	1	1
16	-1	-	1	1	1	1	1
17	-2	-	1	1	1	1	1
18	-3	mF	1	1	1	1	1
19	-5	mF	2	1	1	1	1
20	-7	mF	1	1	1	1	1

Patient: 02

21	7+	mF	1	1	1	1	1
22	5+	-	1	1	1	1	1
23	3+	-	1	1	1	1	1
24	2+	-	1	1	1	1	1
25	1+	-	1	1	1	1	1
26	+1	-	1	1	1	1	1
27	+2	-	1	1	1	1	1
28	+3	-	1	1	1	1	1
29	+5	-	2	1	1	1	1
30	+7	mF	1	1	1	1	1
31	7-	mF	1	1	1	1	1
32	5-	-	2	2	1	1	1
33	3-	-	1	1	1	1	1
34	2-	-	1	1	1	1	1
35	1-	-	1	1	1	1	1
36	-1	-	1	1	1	1	1
37	-2	-	1	1	1	1	1
38	-3	-	1	1	1	1	1
39	-5	-	1	1	1	1	1
40	-7	mF	2	1	1	1	1

Tab. 4

Patient: 03

Nr.	Za.	Be.	I	II	III	Rö.	Fa.
41	6+	HK	2	2	2	1	3
42	5+	HK	2	2	2	2	3
43	3+	mFzF	1	1	1	1	1
44	2+	mFzF	1	1	1	1	1
45	1+	zF	1	1	1	1	1
46	+1	zF	1	1	1	1	1
47	+2	zF	1	1	1	1	1
48	+3	HKB	1	2	1	1	3
49	+7	HKB	2	1	1	1	3
50	8-	HK	2	2	2	2	3
51	4-	HK	3	3	2	2	3
52	3-	mF	1	1	1	1	1
53	2-	-	1	1	1	1	1
54	1-	-	1	1	1	1	1
55	-1	-	1	1	1	1	1
56	-2	-	1	1	1	1	1
57	-3	-	1	1	1	1	1
58	-5	mF	1	1	1	1	1

Patient: 04

59	7+	-	1	1	1	1	1
60	5+	-	1	1	1	1	1
61	3+	-	1	1	1	1	1
62	2+	mFzF	1	1	1	1	1
63	1+	zF	1	1	1	1	1
64	+1	-	1	1	1	1	1
65	+2	mF	1	1	1	1	1
66	+3	-	1	1	1	1	1
67	+5	-	1	1	1	1	1
68	+7	mF	1	1	1	1	1
69	7-	mF	1	1	1	1	1
70	5-	-	1	1	1	1	1
71	3-	-	1	1	1	1	1
72	2-	-	1	1	1	1	1
73	1-	-	1	1	1	1	1
74	-1	-	1	1	1	1	1
75	-2	-	1	1	1	1	1
76	-3	-	1	1	1	1	1
77	-5	-	1	1	1	1	1
78	-7	mFzF	1	1	1	1	1

Tab. 4a

Patient: 05

Nr.	Za.	Be.	I	II	III	Rö.	Fa.
79	7+	mF	1	1	1	1	1
80	5+	HK	1	2	1	2	3
81	3+	zF	1	1	1	1	1
82	2+	-	1	1	1	1	1
83	1+	-	1	1	1	1	1
84	+1	zF	1	1	1	1	1
85	+2	zF	1	1	1	1	1
86	+3	-	1	2	1	1	1
87	+5	-	1	1	1	1	1
88	+7	mF	1	1	1	2	1
89	7-	mF	1	1	1	1	1
90	5-	C	2	2	2	2	2
91	3-	-	1	1	1	1	1
92	2-	-	1	2	1	1	1
93	1-	-	1	1	1	1	1
94	-1	-	1	1	1	1	1
95	-2	-	1	1	1	1	1
96	-3	-	1	1	1	1	1
97	-5	zF	1	1	1	1	1
98	-7	zF	1	1	1	1	1

Patient: 06

99	7+	mF	1	1	1	1	1
100	5+	-	1	1	1	1	1
101	3+	-	1	1	1	1	1
102	2+	zF	1	1	1	1	1
103	1+	-	1	1	1	1	1
104	+1	MK	3	1	1	1	3
105	+2	-	1	1	1	1	1
106	+3	-	1	1	1	1	1
107	+5	-	1	1	1	1	1
108	+7	C	1	1	1	1	1
109	7-	mF	1	1	1	1	1
110	5-	mF	1	1	1	1	1
111	3-	-	1	1	1	1	1
112	2-	-	1	1	1	1	1
113	-1	-	1	1	1	1	1
114	-2	-	1	1	1	1	1
115	-3	-	1	1	1	1	1
116	-4	-	1	1	1	1	1
117	-7	zF	1	2	1	1	1

Patient: 07

Nr.	Za.	Be.	I	II	III	Rö.	Fa.
118	7+		1	1	1	1	1
119	5+	-	1	1	1	1	1
120	3+	-	1	1	1	1	1
121	2+	-	1	1	1	1	1
122	1+	-	1	1	1	1	1
123	+1	-	1	1	1	1	1
124	+2	-	1	1	1	1	1
125	+3	-	1	1	1	1	1
126	+5	-	1	1	1	1	1
127	+7	-	1	1	1	1	1
128	7-	mF	1	1	1	1	1
129	5-	-	1	1	1	1	1
130	3-	-	1	1	1	1	1
131	2-	-	1	1	1	1	1
132	1-	-	1	1	1	1	1
133	-2	-	1	1	1	1	1
134	-3	-	1	1	1	1	1
135	-5	-	1	1	1	1	1
136	-7	mF	1	1	1	1	1

Patient: 08

137	7+	mFC	1	1	1	1	2
138	5+	-	1	2	1	1	1
139	3+	-	1	1	1	1	1
140	2+	C	1	1	1	1	1
141	1+	C	1	1	1	1	1
142	+1	-	1	1	1	1	1
143	+2	-	1	1	1	1	1
144	+3	-	1	1	1	1	1
145	+5	-	1	1	1	1	1
146	+7	C	1	1	1	1	1
147	7-	-	2	1	1	1	1
148	5-	-	3	1	1	1	1
149	3-	-	1	1	1	1	1
150	2-	-	1	1	1	1	1
151	1-	-	1	1	1	1	1
152	-1	-	1	1	1	1	1
153	-2	-	1	1	1	1	1
154	-3	-	1	1	1	1	1
155	-5	-	2	1	1	1	1
156	-7	-	1	1	1	1	1

Tab.: 5

Patient: 09

Nr.	Za.	Be.	I	II	III	Rö.	Fa.
157	7+	-	1	1	1	3	1
158	5+	-	1	1	1	1	1
159	3+	-	1	1	1	1	1
160	2+	-	1	1	1	1	1
161	1+	-	1	1	1	1	1
162	+1	-	1	1	1	1	1
163	+2	-	1	1	1	1	1
164	+3	-	1	1	1	1	1
165	+5	-	1	1	1	1	1
166	+7	-	1	1	1	3	1
167	7-	C	1	1	1	1	1
168	5-	C	1	1	1	1	1
169	3-	-	1	1	1	1	1
170	2-	-	1	1	1	1	1
171	1-	-	1	1	1	1	1
172	-1	-	1	1	1	1	1
173	-2	-	1	1	1	1	1
174	-3	-	1	1	1	1	1
175	-5	-	1	1	1	1	1
176	-7	-	1	1	1	1	1

Patient: 10

177	7+	mF	2	1	1	3	2
178	4+	mF	1	1	1	1	1
179	3+	-	1	2	1	1	1
180	2+	mFzF	1	1	1	1	1
181	1+	-	1	1	1	1	1
182	+1	zF	1	1	1	1	1
183	+2	-	1	1	1	1	1
184	+3	-	1	2	1	1	1
185	+5	mF	1	1	1	3	1
186	+7	mF	1	1	1	1	2
187	7-	mF	3	1	1	1	2
188	5-	mF	1	1	1	1	1
189	3-	mF	1	1	1	1	1
190	2-	mF	1	1	1	1	1
191	1-	-	1	1	1	1	1
192	-1	mF	1	1	1	1	2
193	-2	-	1	1	1	1	1
194	-3	mF	1	1	1	1	1
195	-5	mF	1	1	1	1	2
196	-7	mF	2	1	2	1	2

Tab.: 5a

Patient: 11

Nr.	Za.	Be.	I	II	III	Rö.	Fa.
197	7+	mF	1	2	1	1	1
198	5+	mF	1	1	1	1	1
199	3+	-	1	2	1	1	1
200	2+	-	1	1	1	1	1
201	1+	zF	1	1	1	1	1
202	+1	zF	1	1	1	1	1
203	+2	-	1	1	1	1	1
204	+3	-	1	1	1	1	1
205	+5	HK	1	1	1	1	3
206	+7	mF	1	1	1	1	1
207	5-	mF	1	1	1	1	1
208	3-	-	1	1	1	1	1
209	2-	-	1	1	1	1	1
210	1-	-	1	1	1	1	1
211	-1	-	1	1	1	1	1
212	-2	-	1	1	1	1	1
213	-3	-	1	1	1	1	1
214	-5	-	1	1	1	1	1
215	-7	HK	2	1	1	1	3

Patient: 12

216	7+	mF	1	1	1	1	1
217	5+	zF	1	1	1	1	1
218	3+	-	1	1	1	1	1
219	2+	-	1	1	1	1	1
220	1+	-	1	1	1	1	1
221	+1	zF	2	2	2	2	2
222	+2	-	1	1	1	1	1
223	+3	-	1	2	1	1	1
224	+5	mF	1	1	1	3	1
225	+6	mF	1	1	1	1	1
226	6-	HK	2	1	1	3	3
227	5-	-	2	1	1	1	1
228	3-	-	1	1	1	1	1
229	2-	-	1	1	1	1	1
230	1-	-	1	1	1	1	1
231	-1	-	1	1	1	1	1
232	-2	-	1	1	1	1	1
233	-3	-	1	1	1	1	1
234	-5	mF	1	1	1	1	1
235	-6	mF	1	1	1	1	1

Tab.: 5b

Patient: 13

Nr.	Za.	Be.	I	II	III	Rö.	Fa.
236	7+	mF	1	1	1	1	1
237	5+	mF	2	1	1	1	1
238	3+	-	1	2	1	1	1
239	2+	-	1	1	1	1	1
240	1+	-	1	1	1	1	1
241	+1	-	2	2	1	1	1
242	+2	-	1	1	1	1	1
243	+3	-	1	1	1	1	1
244	+5	-	3	1	1	1	1
245	+7	mF	2	1	1	1	1
246	7-	mF	2	1	1	1	1
247	5-	-	1	1	1	1	1
248	3-	-	3	1	1	3	1
249	2-	-	1	1	1	1	1
250	1-	-	1	1	1	1	1
251	-1	-	1	1	1	1	1
252	-2	-	1	1	1	1	1
253	-3	-	3	1	1	3	1
254	-5	-	2	1	1	1	1
255	-7	C	2	1	1	1	1

Patient: 14

256	7+	mFC	1	1	1	1	2
257	5+	ru	2	1	2	1	1
258	3+	-	1	1	1	1	1
259	2+	-	1	1	1	1	1
260	1+	Fr	1	1	1	1	1
261	+1	Fr	1	1	1	1	1
262	+2	-	1	1	1	1	1
263	+3	-	2	1	1	1	1
264	+5	ru	1	2	2	1	1
265	+7	C	2	1	1	1	1
266	7-	mFC	2	1	1	1	1
267	4-	-	1	1	1	1	1
268	3-	-	1	1	1	1	1
269	2-	-	1	1	1	1	1
270	1-	-	1	1	1	1	1
271	-1	-	1	1	1	1	1
272	-2	-	1	1	1	1	1
273	-3	-	1	1	1	1	1
274	-4	-	2	1	1	1	1
275	-7	mFC	1	1	1	1	1

Tab.:6

Patient: 15

Nr.	Za.	Be.	I	II	III	Rö.	Fa.
276	7+	mF	1	1	1	1	1
277	5+	C	1	1	1	1	1
278	3+	C	1	1	1	1	1
279	2+	mF	1	1	1	1	1
280	1+	zF	1	1	1	1	1
281	+1	zF	2	2	2	2	2
282	+2	-	1	1	1	1	1
283	+5	mF	1	1	1	1	1
284	+7	mF	1	1	1	1	1
285	6-	HK	1	1	1	1	3
286	5-	C	1	1	1	1	1
287	3-	-	1	1	1	3	1
288	2-	-	1	1	1	1	1
289	1-	-	1	1	1	1	1
290	-1	-	1	1	1	1	1
291	-2	-	1	1	1	1	1
292	-3	-	1	1	1	3	1
293	-4	-	1	1	1	1	1
294	-7	C	1	1	1	3	1

Patient: 16

295	7+	-	2	1	1	1	1
296	5+	mF	1	1	1	1	1
297	3+	-	1	1	1	1	1
298	2+	zF	1	1	1	1	1
299	1+	-	1	1	1	1	1
300	+1	-	1	2	1	1	1
301	+2	zF	1	1	1	1	1
302	+3	-	1	1	1	1	1
303	+5	mF	1	1	1	1	1
304	+7	mF	1	1	1	1	1
305	7-	mFB	1	1	1	1	1
306	5-	mFB	1	2	1	1	1
307	3-	-	1	2	1	3	1
308	2-	-	1	1	1	1	1
309	1-	-	1	1	1	1	1
310	-1	-	1	1	1	1	1
311	-2	-	1	1	1	1	1
312	-3	-	1	1	1	3	1
313	-5	mF	1	1	1	1	1
314	-6	mF	2	3	2	2	2

Tab. 6a

Patient: 17

Nr.	Za.	Be.	I	II	III	Rö.	Fa.
315	7+	mF	1	1	1	3	1
316	5+	-	1	1	1	1	1
317	3+	-	1	2	1	1	1
318	2+	-	1	1	1	1	1
319	1+	-	1	1	1	1	1
320	+1	-	1	1	1	1	1
321	+2	-	1	1	1	1	1
322	+3	-	1	2	1	3	1
323	+5	C	1	1	1	1	1
324	+7	mF	1	1	1	1	1
325	7-	mF	1	2	1	1	1
326	5-	mF	1	1	1	1	2
327	3-	-	1	1	1	1	1
328	2-	-	1	1	1	1	1
329	1-	-	1	1	1	1	1
330	-1	-	1	1	1	1	1
331	-2	-	1	1	1	1	1
332	-3	-	1	1	1	1	1
333	-5	-	1	1	1	1	1
334	-7	mF	1	1	1	1	1

Patient: 18

335	7+	mF	2	2	2	1	1
336	5+	mF	2	2	2	1	1
337	3+	-	2	1	1	1	1
338	+3	-	2	2	2	1	1
339	+5	-	2	2	2	1	1
340	+6	-	2	2	2	1	1
341	7-	mFzF	2	1	1	1	1
342	5-	-	1	1	1	1	1
343	3-	-	1	1	1	1	1
344	2-	-	1	1	1	1	1
345	-3	-	1	2	1	1	1
346	-5	-	1	2	1	1	1
347	-7	mF	1	1	1	1	1

Tab. 6b

Patient: 01

			Reaktion bei I	II	III
Nr.	Za.	Be.	sec.	scal.	sec.
1	7+	mFC	1,8	0,5	2,0
2	5+	mF	9,2	0,5	2,2
3	3+	mFzF	2,8	1,5	1,2
4	2+	mF	5,9	0,5	0,8
5	1+	mF	0,8	0,5	0,3
6	+1	MK	n	d	0,4
7	+2	mF	d	2,5	d
8	+3	mF	4,0	10,0	1,2
9	+5	mF	5,8	1,0	d
10	+7	mF	d	0,5	6,8
11	7-	mF	16,0	2,0	11,8
12	4-	mF	d	0,5	2,0
13	3-	-	11,8	d	1,4
14	2-	-	1,0	0,5	0,8
15	1-	-	0,8	0,5	0,6
16	-1	-	0,8	0,5	0,8
17	-2	-	1,2	3,0	1,0
18	-3	mF	2,0	2,0	0,6
19	-5	mF	d	0,5	8,8
20	-7	mF	3,6	2,0	2,8

Patient: 02

21	7+	mF	3,5	0,5	2,2
22	5+	-	9,8	1,5	1,8
23	3+	-	0,8	2,0	1,0
24	2+	-	4,5	1,0	0,4
25	1+	-	1,2	1,0	1,0
26	+1	-	0,6	1,0	0,6
27	+2	-	1,2	1,0	0,6
28	+3	-	1,1	1,5	0,8
29	+5	-	d	1,5	1,6
30	+7	mF	0,4	1,0	1,5
31	7-	mF	0,8	1,0	1,1
32	5-	-	d	d	4,7
33	3-	-	0,5	2,0	1,0
34	2-	-	1,6	6,0	0,4
35	1-	-	0,8	0,5	0,3
36	-1	-	0,8	1,5	0,6
37	-2	-	0,6	1,0	0,7
38	-3	-	0,5	2,0	0,3
39	-5	-	5,8	0,5	1,2
40	-7	mF	d	0,5	1,5

Tab. 7

Patient: 03

			Reaktion bei I	II	III
Nr.	Za.	Be.	sec.	scal.	sec.
41	6+	HK	d	d	d
42	5+	HK	d	d	d
43	3+	mFzF	0,7	1,5	2,8
44	2+	mFzF	1,8	1,0	0,4
45	1+	zF	1,7	0,5	1,0
46	+1	zF	1,2	1,0	1,8
47	+2	zF	10,8	1,5	3,4
48	+3	HKB	2,8	d	0,4
49	+4	HKB	d	3,0	1,2
50	8-	HK	d	d	d
51	4-	HK	n	n	d
52	3-	mF	0,6	4,0	0,3
53	2-	-	1,2	1,5	0,2
54	1-	-	0,4	1,0	0,2
55	-1	-	0,4	0,5	0,3
56	-2	-	0,6	1,5	1,2
57	-3	-	1,7	1,5	0,4
58	-5	mF	2,3	0,5	1,2

Patient: 04

59	7+	-	3,0	0,5	1,3
60	5+	-	3,2	1,0	2,0
61	3+	-	10,0	1,0	2,6
62	2+	mFzF	3,5	1,0	0,8
63	1+	zF	1,0	0,5	1,0
64	+1	-	0,4	1,0	1,1
65	+2	mF	0,7	0,5	0,9
66	+3	-	8,8	1,5	1,2
67	+5	-	9,2	0,5	1,6
68	+7	mF	8,5	1,0	1,2
69	7-	mF	3,5	1,0	3,5
70	5-	-	10,0	1,5	3,2
71	3-	-	2,0	2,0	1,2
72	2-	-	1,4	1,0	1,0
73	1-	-	1,3	1,0	0,4
74	-1	-	1,0	1,5	0,4
75	-2	-	1,2	1,5	0,9
76	-3	-	2,2	1,0	2,2
77	-5	-	3,9	0,5	4,0
78	-7	mFzF	3,6	1,0	3,5

Patient: 05

			Reaktion bei		
			I	II	III
Nr.	Za.	Be.	sec.	scal.	sec.
79	7+	mF	2,3	9,0	1,2
80	5+	HK	6,5	d	2,5
81	3+	zF	0,6	10,0	1,0
82	2+	-	1,1	1,5	1,5
83	1+	-	0,2	1,5	0,7
84	+1	zF	0,3	0,5	1,7
85	+2	zF	1,8	1,5	2,0
86	+3	-	1,8	d	2,3
87	+5	-	1,8	10,0	7,2
88	+7	mF	7,8	6,5	5,7
89	7-	mF	3,8	3,0	2,3
90	5-	C	d	d	d
91	3-	-	2,8	5,0	0,7
92	2-	-	0,7	d	1,8
93	1-	-	0,7	2,0	1,3
94	-1	-	0,2	1,0	0,8
95	-2	-	1,6	3,0	1,2
96	-3	-	13,8	8,0	2,7
97	-5	zF	5,5	0,5	1,2
98	-7	zF	5,2	1,5	7,0

Patient: 06

99	7+	mF	1,2	0,5	0,5
100	5+	-	6,0	1,0	1,0
101	3+	-	3,0	1,5	0,8
102	2+	zF	1,5	1,0	1,1
103	1+	-	3,8	1,0	0,6
104	+1	MK	n	4,5	6,0
105	+2	-	3,2	1,0	0,9
106	+3	-	2,5	3,0	1,7
107	+5	-	2,5	1,5	1,8
108	+7	C	6,8	3,5	4,2
109	7-	mF	4,4	3,0	2,0
110	5-	mF	3,2	1,0	0,6
111	3-	-	13,5	3,0	0,8
112	2-	-	3,4	1,5	0,7
113	-1	-	1,8	0,5	0,2
114	-2	-	4,5	1,0	0,4
115	-3	-	5,4	2,5	0,3
116	-4	-	2,2	1,0	1,1
117	-7	zF	6,2	d	3,2

Patient: 07

			Reaktion bei		
			I	II	III
Nr.	Za.	Be.	sec.	scal.	sec.
118	7+	-	3,5	7,0	3,5
119	5+	-	1,4	3,0	0,5
120	3+	-	2,5	1,5	0,5
121	2+	-	2,2	1,0	0,2
122	1+	-	0,4	1,0	0,5
123	+1	-	0,4	1,0	0,6
124	+2	-	0,5	1,0	0,8
125	+3	-	1,0	2,0	1,2
126	+5	-	8,2	3,5	1,5
127	+7	-	12,8	1,5	3,5
128	7-	mF	3,5	1,5	1,7
129	5-	-	2,8	1,0	1,0
130	3-	-	3,5	2,5	0,2
131	2-	-	0,6	2,0	0,3
132	1-	-	1,0	0,5	0,3
133	-2	-	0,3	3,5	0,2
134	-3	-	1,5	3,0	0,5
135	-5	-	6,2	4,0	0,7
136	-7	mF	4,2	2,0	2,0

Patient: 08

137	7+	mFC	2,0	0,5	1,6
138	5+	-	3,2	d	5,2
139	3+	-	1,8	3,0	1,7
140	2+	C	0,8	1,5	0,2
141	1+	C	0,2	1,0	0,2
142	+1	-	0,2	0,5	0,2
143	+2	-	0,2	1,0	1,6
144	+3	-	2,4	4,5	1,1
145	+5	-	2,6	4,0	3,5
146	+7	C	3,8	2,0	2,0
147	7-	-	d	1,5	5,8
148	5-	-	20,0	8,0	0,7
149	3-	-	1,1	1,5	2,4
150	2-	-	0,2	2,0	0,8
151	1-	-	1,2	1,0	0,2
152	-1	-	0,2	0,5	0,2
153	-2	-	0,2	1,0	0,7
154	-3	-	0,2	2,0	3,8
155	-5	-	d	3,5	4,0
156	-7	-	10,7	1,0	13,5

Tab. 8

Patient: 09

			Reaktion bei I	II	III
Nr.	Za.	Be.	sec.	scal.	sec.
157	7+	-	7,2	6,5	1,8
158	5+	-	3,3	1,5	2,2
159	3+	-	0,7	0,5	1,3
160	2+	-	1,2	0,5	1,1
161	1+	-	0,5	1,0	0,8
162	+1	-	0,2	1,0	1,2
163	+2	-	0,2	1,0	0,6
164	+3	-	0,4	3,0	1,2
165	+5	-	0,5	2,0	0,6
166	+7	-	7,4	3,0	1,3
167	7-	C	10,6	0,5	0,8
168	5-	C	1,4	1,5	0,2
169	3-	-	0,8	2,0	0,3
170	2-	-	0,2	1,0	1,1
171	1-	-	0,2	0,5	0,2
172	-1	-	0,2	1,5	0,4
173	-2	-	0,4	1,0	1,0
174	-3	-	3,0	5,0	0,8
175	-5	-	6,0	9,0	2,0
176	-7	-	11,3	2,0	2,4

Patient: 10

177	7+	mF	d	1,0	1,8
178	4+	mF	4,2	1,0	0,6
179	3+	-	2,6	d	1,4
180	2+	mFzF	0,2	0,5	0,2
181	1+	-	0,2	0,5	0,2
182	+1	zF	0,2	0,5	0,2
183	+2	-	0,2	0,5	0,2
184	+3	-	1,8	d	1,2
185	+5	mF	1,1	1,5	0,8
186	+7	mF	2,0	1,5	0,3
187	7-	mF	20,0	0,5	2,5
188	5-	mF	2,2	1,0	0,2
189	3-	mF	12,0	1,5	0,2
190	2-	mF	0,2	1,5	0,2
191	1-	-	0,2	1,0	0,2
192	-1	mF	0,2	0,5	0,2
193	-2	-	1,8	1,0	0,4
194	-3	mF	0,3	0,5	0,3
195	-5	mF	1,2	2,0	0,4
196	-7	mF	d	1,0	d

Tab.: 8a

Patient: 11

			Reaktion bei		
			I	II	III
Nr.	Za.	Be.	sec.	scal.	sec.
197	7+	mF	7,2	d	3,0
198	5+	mF	18,4	9,5	2,1
199	3+	-	1,2	d	2,2
200	2+	-	2,0	0,5	0,2
201	1+	zF	0,6	0,5	0,3
202	+1	zF	8,0	0,5	0,8
203	+2	-	0,8	1,0	0,2
204	+3	-	2,0	7,5	0,4
205	+5	HK	14,2	2,5	3,2
206	+7	mF	17,0	5,5	0,8
207	5-	mF	20,4	2,0	0,4
208	3-	-	12,8	1,5	0,2
209	2-	-	2,2	1,0	0,4
210	1-	-	1,8	0,5	0,2
211	-1	-	0,6	0,5	0,2
212	-2	-	0,5	1,0	0,2
213	-3	-	25,0	1,5	1,2
214	-5	-	4,8	2,0	2,4
215	-7	HK	d	6,0	0,3

Patient: 12

216	7+	mF	2,2	0,5	1,5
217	5+	zF	24,0	4,5	3,0
218	3+	-	2,0	0,5	1,8
219	2+	-	0,4	2,0	0,2
220	1+	-	1,4	1,0	0,3
221	+1	zF	d	d	d
222	+2	-	2,2	1,5	0,3
223	+3	-	2,3	d	0,6
224	+5	mF	0,4	7,5	1,2
225	+6	mF	3,8	2,0	0,4
226	6-	HK	d	3,5	0,6
227	5-	-	d	1,5	1,3
228	3-	-	2,0	1,0	1,0
229	2-	-	0,3	1,5	0,2
230	1-	-	0,2	1,5	0,2
231	-1	-	0,2	1,0	0,2
232	-2	-	0,2	0,5	0,3
233	-3	-	0,3	1,0	1,2
234	-5	mF	0,8	1,5	1,8
235	-6	mF	3,8	1,0	0,8

Patient: 13

			Reaktion bei		
			I	II	III
Nr.	Za.	Be.	sec.	scal.	sec.
236	7+	mF	0,7	0,5	2,0
237	5+	mF	d	4,5	0,7
238	3+	-	2,4	d	0,6
239	2+	-	2,2	1,0	0,5
240	1+	-	2,8	1,0	0,8
241	+1	-	d	d	1,1
242	+2	-	3,6	10,0	1,4
243	+3	-	2,4	2,0	1,0
244	+5	-	n	1,0	1,4
245	+7	mF	d	5,0	1,2
246	7-	mF	d	0,5	3,4
247	5-	-	4,3	2,5	0,8
248	3-	-	n	6,0	0,3
249	2-	-	2,1	2,5	0,5
250	1-	-	0,6	1,5	0,4
251	-1	-	1,2	1,5	0,3
252	-2	-	0,3	3,5	0,6
253	-3	-	n	7,5	1,8
254	-5	-	d	2,5	1,0
255	-7	C	d	1,5	7,0

Patient: 14

256	7+	mFC	2,4	1,0	0,6
257	5+	ru	d	0,5	d
258	3+	-	0,4	1,5	0,8
259	2+	-	0,2	0,5	0,3
260	1+	Fr	0,3	0,5	0,2
261	+1	Fr	0,8	0,5	0,2
262	+2	-	0,2	0,5	0,3
263	+3	-	d	2,0	1,2
264	+5	ru	22,4	d	d
265	+7	C	d	1,5	2,4
266	7-	mFC	d	0,5	3,2
267	4-	-	12,4	1,5	1,4
268	3-	-	1,0	1,5	0,5
269	2-	-	0,3	0,5	0,2
270	1-	-	0,2	0,5	0,2
271	-1	-	0,3	0,5	0,2
272	-2	-	0,4	0,5	0,2
273	-3	-	1,4	1,0	0,7
274	-4	-	d	1,5	1,6
275	-7	mFC	5,8	0,5	2,8

Tab.: 9

Patient: 15

			Reaktion bei		
			I	II	III
Nr.	Za.	Be.	sec.	scal.	sec.
276	7+	mF	0,3	1,0	2,2
277	5+	C	0,8	1,0	2,2
278	3+	C	0,5	2,5	0,5
279	2+	mF	0,2	0,5	0,8
280	1+	zF	1,0	1,5	1,0
281	+1	zF	d	d	d
282	+2	-	0,2	0,5	0,8
283	+5	mF	2,2	0,5	1,2
284	+7	mF	0,3	0,5	2,2
285	6-	mK	1,8	2,5	2,0
286	5-	C	1,4	2,0	0,5
287	3-	-	1,8	2,5	0,6
288	2-	-	0,3	2,5	0,2
289	1-	-	0,2	1,5	0,2
290	-1	-	0,2	1,5	0,2
291	-2	-	0,3	2,0	0,4
292	-3	-	1,2	2,0	1,0
293	-4	-	0,2	3,0	0,8
294	-7	C	2,8	2,5	2,0

Patient: 16

295	7+	-	d	3,5	2,2
296	5+	mF	6,6	1,5	0,8
297	3+	-	0,6	0,5	0,5
298	2+	zF	0,3	0,5	0,3
299	1+	-	0,3	2,0	0,2
300	+1	-	0,3	d	0,3
301	+2	zF	0,2	1,0	0,3
302	+3	-	1,0	1,5	1,0
303	+5	mF	2,4	2,5	0,4
304	+7	mF	24,6	0,5	2,4
305	7-	mFB	4,2	d	2,1
306	5-	mFB	2,4	d	0,4
307	3-	-	0,8	5,5	0,4
308	2-	-	0,2	0,5	0,2
309	1-	-	0,2	0,5	0,2
310	-1	-	0,2	0,5	0,2
311	-2	-	0,3	0,5	0,2
312	-3	-	0,5	4,5	0,6
313	-5	mF	1,8	1,5	1,2
314	-6	mF	d	n	d

Patient: 17

			Reaktion bei		
			I	II	III
Nr.	Za.	Be.	sec.	scal.	sec.
315	7+	mF	4,8	0,5	2,4
316	5+	-	3,2	1,5	1,8
317	3+	-	4,8	d	1,6
318	2+	-	1,8	1,0	1,0
319	1+	-	0,3	0,5	0,8
320	+1	-	0,3	0,5	0,8
321	+2	-	0,2	1,5	1,2
322	+3	-	1,2	d	2,4
323	+5	C	18,2	0,5	3,4
324	+7	mF	0,8	0,5	1,8
325	7-	mF	4,5	0,5	3,2
326	5-	mF	4,3	0,5	2,2
327	3-	-	2,8	1,0	0,4
328	2-	-	0,8	0,5	0,3
329	1-	-	1,0	0,5	0,4
330	-1	-	0,6	0,5	0,4
331	-2	-	0,4	0,5	0,3
332	-3	-	2,2	0,5	0,5
333	-5	-	3,6	1,5	0,3
334	-7	mF	4,8	4,0	4,7

Patient: 18

335	7+	mF	d	d	d
336	5+	mF	d	d	d
337	3+	-	d	2,0	4,0
338	+3	-	d	d	d
339	+5	-	d	d	d
340	+6	-	d	d	d
341	7-	mFzF	d	7,0	0,5
342	5-	-	15,6	8,5	3,2
343	3-	-	0,3	6,5	0,3
344	2-	-	0,2	1,0	0,2
345	-3	-	0,2	d	0,3
346	-5	-	13,2	d	1,6
347	-7	mF	0,3	4,5	1,8

Tab.: 9b

2. Auswertung und Darstellung der Ergebnisse

a) Ergebnisse, bezogen auf die Gesamtzahl der untersuchten Zähne

Ziel vorliegender Untersuchungen war, welche der drei Vitalitätsprüfgeräte die günstigsten Ergebnisse liefert. Deshalb wurden die Untersuchungsergebnisse der einzelnen Geräte mit den röntgenologisch ermittelten Befunden verglichen.

Befund bei Gerät I	Rö.-Befund vital	devital	unbestimmt	zusammen
vital	284	3	11	298
devital	32	7	2	41
unbestimmt	5	1	2	8
zusammen	321	11	15	347

Tab.: 10

Vergleich des Röntgenbefundes mit dem durch Gerät I ermittelten Diagnosen an 347 Zähnen.

Aus der Gegenüberstellung in der Tabelle 10 ist zu ersehen, daß bei 347 Zähnen eine Übereinstimmung in 293 Fällen zwischen Röntgenbild und Vitalitätsprüfung erreicht wurde. Würde man die Vitalitätsprüfung nur mit Gerät I durchführen, so müßte man in 15,6% der Fälle mit einer Fehldiagnose rechnen. Dieses Ergebnis berechtigt nicht, das Vitalitätsprüfgerät für untauglich zu halten, denn die oben gezeigten Ergebnisse setzen voraus, daß der röntgenologisch ermittelte Befund richtig ist. Besonders zu berücksichtigen sind die 15 Fälle, bei denen das Rö.-Bild keine eindeutige Aussage zuließ. Ihnen stehen nur 8 Fälle mit der Diagnose "unbestimmt" des Gerätes I gegenüber. Dabei ist

noch zu beachten, daß in zwei Fällen die Prüfung mit Gerät I nicht möglich war, da es sich hierbei um mit Kunststoffmantelkronen versorgte Zähne handelte.

Läßt man diese 15 Fälle außer Betracht, so sinkt der prozentuale Anteil an Fehldiagnosen bei Gerät I von 15,6% auf 12,4%.

Befund bei Gerät II	Rö.-Befund vital	devital	unbestimmt	zusammen
vital	293	3	13	309
devital	28	6	2	36
unbestimmt	0	2	0	2
zusammen	321	11	15	347

Tab.: 11
Vergleich des Röntgenbefundes mit den durch Gerät II ermittelten Diagnosen an 347 Zähnen.

Die in der Tabelle 11 aufgeführten Ergebnisse zeigen, daß mit Gerät II in 299 Fällen eine Übereinstimmung mit dem Rö.-Befund erzielt wurde. Mit diesem Gerät sind aber 13,9% Fehldiagnosen zu erwarten. Auch diese Angaben setzen voraus, daß die mit Hilfe der Rö.-Bilder getroffenen Aussagen richtig sind.

Den 15 Fällen, in denen durch den Röntgenbefund keine eindeutige Aussage gemacht werden konnte, stehen nur 2 des Gerätes II gegenüber.

Befund bei Gerät III	Rö.-Befund vital	devital	unbestimmt	zusammen
vital	312	2	15	329
devital	9	9	0	18
unbestimmt	0	0	0	0
zusammen	321	11	15	347

Tab.: 12

Vergleich des Röntgenbefundes mit den durch Gerät III ermittelten Befunden an 347 Zähnen.

Mit Gerät III ist eine Übereinstimmung in 321 Fällen erzielt worden. Demnach liegt der Prozentsatz an Fehldiagnosen mit Gerät III bei 7,5%. Auch hier muß darauf hingewiesen werden, daß die mit Hilfe des Rö.-Befundes ermittelten Ergebnisse als zutreffend angesehen worden sind.

Der Befund "unbestimmt" konnte mit Gerät III nicht erhoben werden.

In nur 2,5% der Fälle ist mit Gerät III die Diagnose "devital" gestellt worden, an Zähnen, die nach dem Rö.-Befund als vital anzusehen sind.

Wird der prozentuale Anteil des Befundes "unbestimmt" der drei Geräte und des Röntgenbefundes verglichen, so ergeben sich folgende Werte (s. Tab.13):

Gerät I	2,3%
Gerät II	0,5%
Gerät III	0,0%
Röntgen	4,3%

Tab.: 13

Prozentualer Anteil der 4 Untersuchungsmethoden an dem Befund "unbestimmt".

Vergleicht man die Fehldiagnosen der drei Vitalitätsprüfgeräte miteinander, ohne die 15 Fälle zu berücksichtigen, bei denen röntgenologisch keine eindeutige Aussage gemacht werden konnte, so ergibt sich folgendes Bild (s. Tab. 14):

	Fehldiagnosen insgesamt	Fehldiagnosen vital/devital	Fehldiagnosen devital/vital	nicht erkannt
Gerät I	12,4%	9,7%	0,9%	1,8%
Gerät II	10,0%	8,4%	0,9%	0,7%
Gerät III	3,4%	2,7%	0,7%	0,0%

Tab.: 14

Prozentualer Anteil an Fehldiagnosen der einzelnen Geräte. Als Bewertungsmaßstab wird der Röntgenbefund zugrunde gelegt. (----- bedeutet richtige Diagnose.)

Die bisherigen Ergebnisse der Untersuchungen von 347 Zähnen lassen einen generellen Vergleich der Prüfungsmethoden zu. Als Vergleichsgrundlage diente der mit Hilfe von Rö.-Bildern erhobene Befund.

Die bisher durchgeführten Untersuchungen erlauben hingegen keine Aussagen darüber, inwieweit die Bewertung der einzelnen Vitalitätsprüfgeräte von einem speziellen Zahntyp abhängig ist.

Hierüber sollen die folgenden Untersuchungen Auskunft geben.

b) Vergleiche der Prüfungsergebnisse unter Berücksichtigung der einzelnen Zahntypen

Befund bei Gerät I	Rö.-Befund vital	devital	unbestimmt	zusammen
vital	129	0	0	129
devital	1	3	0	4
unbestimmt	2	0	0	2
zusammen	132	3	0	135

Tab.: 15
Vergleich des Röntgenbefundes mit dem durch Gerät I ermittelten Befund an 135 Schneidezähnen.

Aus der Tabelle 15 ist zu ersehen, daß bei 135 getesteten Schneidezähnen eine Übereinstimmung beider Befunde in 132 Fällen, d.h. mit Gerät I eine Fehlerquote von 2,3% erreicht wurde. Nur in einem Fall wurde mit diesem Gerät ein vitaler Zahn nicht erkannt. In zwei Fällen konnte mit Gerät I keine Aussage gemacht werden, da es sich um Zähne handelt, die mit einer Kunststoffmantelkrone versorgt waren. Eine Prüfung dieser Zähne mit Gerät I hätte zumindest zu einer Deformierung der Kunststoffkronen geführt.

Zur Bewertung des Gerätes I müssen deshalb die überkronten Zähne außer Betracht gelassen werden. Demnach ist mit Gerät I bei der Vitalitätsprüfung von Schneidezähnen in fast 100% der Fälle eine richtige Diagnose zu stellen.

Befund bei Gerät II	Rö.-Befund vital	devital	unbestimmt	zusammen
vital	128	1	0	129
devital	4	2	0	6
unbestimmt	0	0	0	0
zusammen	132	3	0	135

Tab.: 16

Vergleich des Röntgenbefundes mit dem durch Gerät II ermittelten Befund an 135 Schneidezähne.

Die Untersuchungen mit Gerät II wurden an den gleichen Zähnen vorgenommen wie mit Gerät I. Hier ergaben sich Fehldiagnosen von 3,8%, d.h. bei 135 Zähnen sind übereinstimmende Befunde nur in 130 Fällen erzielt worden. In 4 Fällen wurden Fehldiagnosen gestellt, weil röntgenologisch als vital bezeichnete Zähne auf Grund der Vitalitätsprüfung devital waren. In einem Falle war der Rö.-Befund negativ, der mit Gerät II ermittelte Befund dagegen posititv. Der Befund "unbestimmt" konnte bei den Untersuchungen mit Gerät II an den Schneidezähnen nicht erhoben werden.

Befund bei Gerät III	Rö.-Befund vital	devital	unbestimmt	zusammen
vital	132	0	0	132
devital	0	3	0	3
unbestimmt	0	0	0	0
zusammen	132	3	0	135

Tab.: 17

Vergleich des Röntgenbefundes mit dem durch Gerät III ermittelten Befund an 135 Schneidezähnen.

Mit Gerät III wurde an 135 untersuchten Schneidezähnen keine Fehldiagnose gestellt.

Im Folgenden sollen die oben angeführten Vitalitätsprüfgeräte an 71 Eckzähnen getestet werden. Diesen Prüfungen wurde wiederum der entsprechende Rö.-Befund zu Grunde gelegt.

Befund bei Gerät I	Rö.-Befund vital	devital	unbestimmt	zusammen
vital	61	0	5	66
devital	3	0	0	3
unbestimmt	0	0	2	2
zusammen	64	0	7	71

Tab.: 18

Vergleich des Röntgenbefundes mit dem durch Gerät I ermittelten Befund an 71 Eckzähnen.

Wie die Tabelle 18 zeigt, ist es bei 71 untersuchten Eckzähnen in 84,5% der Fälle zu einer Übereinstimmung zwischen Röntgenbefund und dem von Gerät I gekommen. In drei Fällen wurden vitale Zähne als devital verkannt. Zu beachten ist auch, daß von 71 Zähnen 7 mit Hilfe des Rö.-Befundes nicht diagnostiziert werden konnten. Diesen stehen nur 2 des Geräts I gegenüber.

Befund bei Gerät II	Rö.-Befund vital	devital	unbestimmt	zusammen
vital	53	0	5	58
devital	11	0	2	13
unbestimmt	0	0	0	0
zusammen	64	0	7	71

Tab.: 19

Vergleich des Röntgenbefundes mit dem durch Gerät II ermittelten Befund an 71 Eckzähnen.

Nach Tabelle 19 kam es bei der Prüfung mit Gerät II zu einer Übereinstimmung in 74,6% der Fälle. Relativ hoch liegt bei diesem Gerät auch die Zahl der als devital bezeichneten Zähne (15,4%). Es ist kein Fall vorgekommen, in dem bei Prüfung mit Gerät II keine eindeutige Aussage gemacht werden konnte.

Befund bei Gerät III	Rö.-Befund vital	devital	unbestimmt	zusammen
vital	63	0	7	70
devital	1	0	0	1
unbestimmt	0	0	0	0
zusammen	64	0	7	71

Tab.: 20

Vergleich des Röntgenbefundes mit dem durch Gerät III ermittelten Befund an 71 Eckzähnen.

Nach Tabelle 20 ergaben die Untersuchungen eine Übereinstimmung in 63 Fällen. Nur ein vitaler Zahn konnte mit Gerät III nicht erkannt werden.

Befund bei Gerät I	Rö.-Befund vital	devital	unbestimmt	zusammen
vital	50	2	2	54
devital	12	2	0	14
unbestimmt	2	1	0	3
zusammen	64	5	2	71

Tab. 21:
Vergleich des Röntgenbefundes mit dem durch Gerät I ermittelten Befund an 71 Prämolaren.

Bei der Prüfung von 71 Prämolaren stimmte nach Tabelle 21 in 52 Fällen der Befund des Gerätes I mit dem Röntgenbefund überein, d.h. es sind 26,8% Fehldiagnosen erhoben worden. 3 Zähne konnten mit Gerät I und 2 mit Hilfe des Röntgenbefundes nicht eindeutig diagnostiziert werden.

Befund bei Gerät II	Rö.-Befund vital	devital	unbestimmt	zusammen
vital	57	1	2	60
devital	7	3	0	10
unbestimmt	0	1	0	1
zusammen	64	5	2	71

Tab.: 22
Vergleich des Röntgenbefundes mit dem durch Gerät II ermittelten Befund an 71 Prämolaren.

Mit Gerät II sind bei der Vitalitätsprüfung von 71 Prämolaren 15,5% Fehldiagnosen gestellt worden. Nur ein Zahn konnte mit Gerät II nicht diagnostiziert werden. In sieben Fällen konnten vitale Zähne und in einem Falle ein devitaler Zahn nicht diagnostiziert werden.

Befund bei Gerät III	Rö.-Befund vital	devital	unbestimmt	zusammen
vital	60	1	2	63
devital	4	4	0	8
unbestimmt	0	0	0	0
zusammen	64	5	2	71

Tab.: 23

Vergleich des Röntgenbefundes mit dem durch Gerät III ermittelten Befund an 71 Prämolaren.

Bei Prüfung der Prämolaren durch Gerät III wurden in 9,9% der Fälle Fehldiagnosen gestellt. Der Befund "unbestimmt" ist bei der Untersuchung der Prämolaren mit diesem Gerät nicht vorgekommen. Mit Gerät III konnten vier vitale Zähne nicht erkannt werden.

Die Prüfung der Molaren führte zu den in den Tabellen 24-26 zusammengefaßten Ergebnissen.

Befund bei Gerät I	Rö.-Befund vital	devital	unbestimmt	zusammen
vital	43	1	5	49
devital	16	2	2	20
unbestimmt	1	0	0	1
zusammen	60	3	7	70

Tab.: 24

Vergleich des Röntgenbefundes mit dem durch Gerät I ermittelten Befund an 70 Molaren.

Bei 70 Molaren führte die Vitalitätsprüfung mit Gerät I zu 35,8% Fehldiagnosen. Hierbei wurden 16 vitale und 1 devitaler Zahn nicht erkannt. In 7 Fällen konnte mit Hilfe des Röntgenbefundes kein diagnostischer Hinweis auf die Vitalität der entsprechenden Zähne erhalten werden. Die Zahl der mit dem Rö.-Befund nicht zu diagnostizierenden Zähne liegt bei den Molaren noch höher als bei den Eckzähnen.

Befund bei Gerät II	Rö.-Befund vital	devital	unbestimmt	zusammen
vital	54	1	7	62
devital	6	1	0	7
unbestimmt	0	1	0	1
zusammen	60	3	7	70

Tab.: 25
Vergleich des Röntgenbefundes mit dem durch Gerät II ermittelten Befund an 70 Molaren.

Wie Tabelle 25 zeigt, wurden mit Gerät II an 70 Molaren 21,5% Fehldiagnosen gestellt. Laut Rö.-Befund wurden 6 vitale und 1 devitaler Zahn nicht erkannt.

Der Befund "unbestimmt ist bei der Prüfung dieser Zähne mit Gerät II nicht vorgekommen.

Befund bei Gerät III	Rö.-Befund vital	devital	unbestimmt	zusammen
vital	56	1	7	64
devital	4	2	0	6
unbestimmt	0	0	0	0
zusammen	60	3	7	70

Tab.: 26

Vergleich des Röntgenbefundes mit dem durch Gerät III ermittelten Befund an 70 Molaren.

Der Prozentsatz an Fehldiagnosen liegt mit Gerät III bei 19,8%. Es wurden 4 vitale und 1 devitaler Zahn nicht erkannt. Der Befund "unbestimmt" ist auch bei den Untersuchungen an den Molaren mit diesem Gerät nicht vorgekommen.

c) Ergebnisse der Vitalitätsprüfung überkronter Zähne

Eine Sonderstellung nehmen bei der Vitalitätsprüfung überkronte Zähne ein. Im Untersuchungsmaterial lagen 13 überkronte Zähne vor, weswegen keine ausreichenden Vergleichsmaßstäbe gegeben sind.

Befund bei Gerät I	Rö.-Befund vital	devital	unbestimmt	zusammen
vital	3	1	0	4
devital	3	2	1	6
unbestimmt	2	1	0	3
zusammen	8	4	1	13

Tab.: 27

Vergleich des Röntgenbefundes mit dem durch Gerät I ermittelten Befund an 13 überkronten Zähnen.

Bei 13 überkronten Zähnen konnten in nur 5 Fällen mit Gerät I übereinstimmende Befunde ermittelt werden. Es konnten drei vitale und ein devitaler Zahn nicht erkannt werden. Zwei Zähne waren mit Kunststoffmantelkronen überkront. Da dies Kronen aus einem nicht hitzebeständigen Kunststoff hergestellt sind, konnte Gerät I, das eine Ausgangstemperatur von ca. 110° C lieferte, nicht appliziert werden. Für beide Zähne wurde deshalb im Untersuchungsprotokoll der Befund "unbestimmt" notiert.

In einem Falle ließ das Rö.-Bild keine sichere Aussage zu.

Befund bei Gerät II	Rö.-Befund vital	devital	unbestimmt	zusammen
vital	5	0	1	6
devital	3	3	0	6
unbestimmt	0	1	0	1
zusammen	8	4	1	13

Tab.: 28

Vergleich des Röntgenbefundes mit dem durch Gerät II ermittelten Befund an 13 überkronten Zähnen.

Gerät II ließ bei 8 Zähnen einen übereinstimmenden Befund feststellen. Es wurden drei vitale Zähne mit diesem Gerät nicht erkannt. In einem Falle konnte mit Gerät II keine eindeutige Diagnose gestellt werden; es handele sich hierbei um den auch mit Gerät I ermittelten Zahn, der auf Grund des Röntgenbildes als devital anzusehen war.

Befund bei Gerät III	Rö.-Befund vital	devital	unbestimmt	zusammen
vital	7	1	1	9
devital	1	3	0	4
unbestimmt	0	0	0	0
zusammen	8	4	1	13

Tab.: 29

Vergleich des Röntgenbefundes mit dem durch Gerät III ermittelten Befund an 13 überkronten Zähnen.

Aus der Tabelle 29 ist zu ersehen, daß mit Gerät III im Vergleich zu den vorangegangenen Untersuchungen die günstigsten Ergebnisse erzielt werden konnten.

In 10 Fällen ist eine Übereinstimmung der Diagnose mit Gerät III und dem Röntgenbefund erreicht worden. In jeweils einem Falle wurde ein vitaler und ein devitaler Zahn nicht erkannt.

Die bisherigen Untersuchungen erlauben eine vergleichende Bewertung der vorgestellten Vitalitätsprüfgeräte hinsichtlich ihrer diagnostischen Bedeutung für den Zahnarzt.
Die in den Tabellen 10-29 aufgeführten Resultate basieren auf dem röntgenologisch ermittelten Befund. Zur Bewertung der einzelnen Geräte wurden deshalb die davon abweichenden Befunde herange-

zogen, d.h. die erzielten Fehldiagnosen unterstellen den Rö.-Befund als tatsächlich zutreffenden Befund.

Mit Gerät I sind, auf die Gesamtzahl der Zähne bezogen, mit 12,4% die meisten Fehldiagnosen zu erwarten. Ein Prozentsatz von 10% Fehldiagnosen wurde mit Gerät II ermittelt. Gerät III läßt auf Grund vorliegender Untersuchungen 3,4% Fehldiagnosen erwarten (s. Tab. 10, 11, 12 und 30).

	Ges.-Zähne	Schneidez.	Eckz.	Prämol.	Molaren
Gerät I	12,4%	2,3%	4,7%	24,7%	28,6%
Gerät II	10,0%	3,8%	17,2%	13,1%	12,7%
Gerät III	3,4%	0 %	1,6%	7,3%	8,0%

Tab.: 30
Gesamtübersicht der Fehlmessungen an allen Zähnen im Vergleich zu den einzelnen Zahntypen mit 3 verschiedenen Vitalitätsprüfgeräten.

Andere Ergebnisse hingegen sind zu erwarten, wenn bei den Vitalitätsprüfungen die einzelnen Zahntypen berücksichtigt werden.

Mit Gerät I führte die Prüfung von Schneidezähnen zu 2,3% Fehldiagnosen. Bei den Eckzähnen wurden 4,7% Fehldiagnosen gestellt, bei den Prämolaren 24,7% und bei den Molaren 28,6% (s. Tab. 15, 18, 21, 24 und 30).

Mit Gerät II führte die Prüfung der Schneidezähne zu 3,8% Fehldiagnosen, die der Eckzähne zu 17,2%, der Prämolaren zu 13,1% und der Molaren zu 12,7% (s. Tab. 16, 19, 22, 25 und 30).

Mit Gerät III führte die Prüfung der Schneidezähne zu keiner Fehldiagnose. Bei den Eckzähnen konnten

1,6%, bei den Prämolaren 7,3% und bei den Molaren 8% Fehldiagnosen gestellt werden (s. Tab. 17, 20, 23, 26 und 30).

Hieraus folgt, daß sich Gerät I zur Vitalitätsprüfung von Schneide- und Eckzähnen eignet. Gerät II eignet sich zur Vitalitätsprüfung von Schneidezähnen. Die Ergebnisse, die mit Gerät III erzielt wurden, lassen dies für alle Zahntypen gleichermaßen geeignet erscheinen.

Es wurde schon darauf hingewiesen (S. 54), daß die geringe Zahl überkronter Zähne einen Vergleich der vorgestellten Geräte untereinander und eine Bewertung hinsichtlich ihrer diagnostischen Bedeutung nicht zulassen. Hierüber berichteten auch Obwegeser, H. und Steinhäuser, E. (22) und Sauermann, G. (27).

d) Ergebnisse und Auswertung der Beziehung zwischen Zahn- und Gerätenreihenfolge bei Vitalitätsprüfungen

Aus den bisherigen Untersuchungen geht hervor, daß in einer Sitzung alle 3 Untersuchungsmethoden zur Anwendung kamen. Es soll weiter festgestellt werden, inwieweit die zeitliche Reihenfolge der Vitalitätsprüfungen Einfluß auf die Resultate gewinnt.

Die Versuchsanordnung erlaubte die Gerätenreihenfolge sechsfach zu variieren (Tab. 2).

Um die auf der speziellen Versuchsanordnung basierenden Resultate statistisch zu sichern, wurde der χ^2-Test angewendet Pfanzagel, J. (23) .

Der χ^2-Test kann bei genügend großem Umfang der Untersuchungen immer dann zugezogen werden, wenn beobachtete Häufigkeiten mit Häufigkeiten, die unter einer bestimmten Hypothese erwartet werden,

verglichen werden.

Bei den vorliegenden Untersuchungen wurden die Häufigkeiten, mit denen die Reizdauer bzw. die Reizstärke vorkamen, mit den rechnerisch zu erwartenden Häufigkeiten verglichen, wobei ein gewisser Prozentsatz an Fehlermöglichkeiten bei den Untersuchungen selbst oder Zufallsergebnissen einkalkuliert wurden.

Übersteigt der χ^2-Wert unter Berücksichtigung einer bestimmten Irrtumswahrscheinlichkeit den Tafelwert, so gilt das Ergebnis bzw. der errechnete Wert als signifikant.

Für diese Untersuchungen konnten nur diejenigen Zähne gewertet werden, die vital, d.h. innerhalb einer bestimmten Zeit oder bei einem bestimmten Skalenwert reagierten. Zähne mit dem Befund "unbestimmt" konnten nicht berücksichtigt werden.

Gerät-reihen-folge	Reizdauer in sec. 0,2-0,5	0,5-1,4	1,4-3,6	3,6-9,5	9,5-25	Zus.
I_1	24 (24,191)	30 (20,309)	21 (23,594)	8 (13,141)	6 (7,765)	89
I_2	20 (29,628)	19 (24,872)	36 (28,896)	22 (16,094)	12 (9,510)	109
I_3	37 (27,181)	19 (22,819)	22 (26,510)	14 (14,765)	8 (8,725)	100
zusammen	81	68	79	44	26	298

$\chi^2 = 21,256$

Tab.: 31

Verteilung vital reagierender Zähne auf die einzelnen Reizzeiten (von 0,2-25,0 sec.) in Abhängigkeit von der Gerätreihenfolge. (Die Erwartungswerte stehen in Klammern unter den Beobachtungswerten.)

Der berechnete Wert $\chi^2 = 21{,}256$ ist zu vergleichen mit dem Tafelwert $\chi^2_{(f=8;\ p=1)}$ 20,1. Der berechnete Wert übersteigt den Tafelwert. Folglich besteht zwischen der Reizdauer an vitalen Zähnen und der Gerätenreihenfolge bei Gerät I ein auffälliger Unterschied bei einer Irrtumswahrscheinlichkeit von p=1%.

Es liegt also eine signifikante Reizdauerverkürzung vor, wenn Gerät I zeitlich später, als an 1. Stelle zur Vitalitätsprüfung benutzt wird.

Wie Tabelle 31 ferner zeigt, ist das Maximum vital reagierender Zähne mit Gerät I bei einer Reizdauer von 0,2-0,4 sec. zu erwarten, wenn der Vitalitätsprüfung mit diesem Gerät schon zwei weitere Prüfungen vorangegangen sind.

Die Beziehungen zwischen der Zahl der Zähne, Reizzeit, Reizzeitverkürzung und Gerätenreihenfolge kann durch eine graphische Darstellung veranschaulicht werden (Abb. 8-10).

Die Ergebnisse mit Gerät II sollen darauf untersucht werden, ob die Beziehung zwischen Gerätreihenfolge und Reizstärke (Skalenwert) eine statistisch gesicherte Aussage zuläßt.

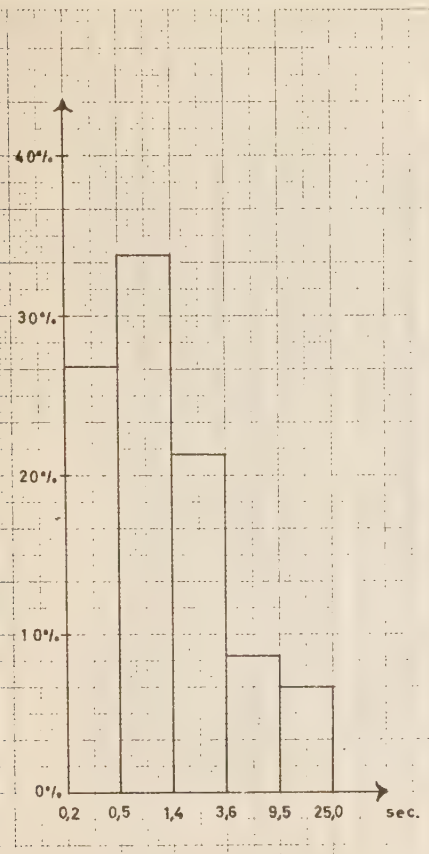

Abb. 8 Gerät I an 1. Stelle

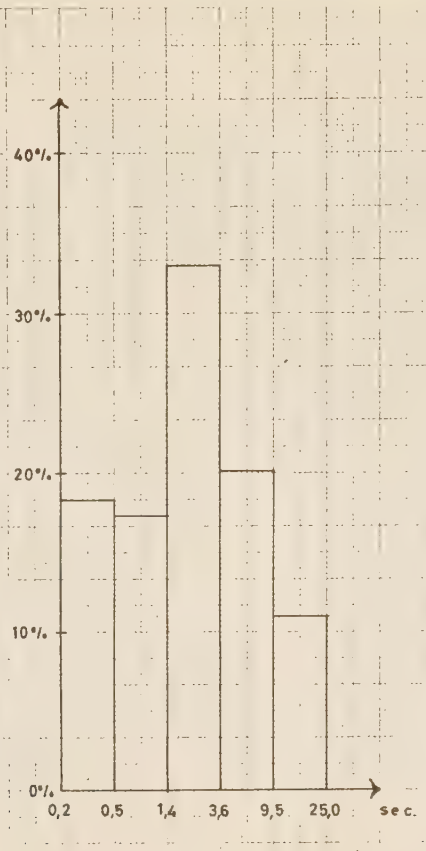

Abb. 9 Gerät I an 2. Stelle

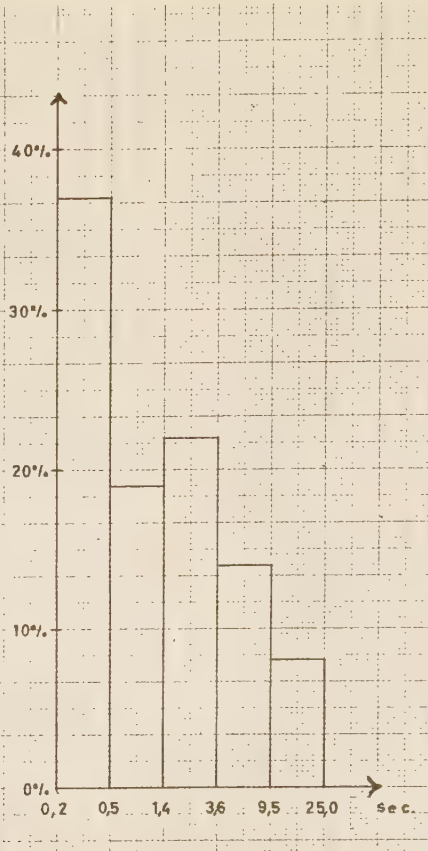

Abb. 10 Gerät I an 3. Stelle

Geräte-reihen-folge	Reaktion im Skalenbereich von: 0,5-1,0	1,0-1,5	1,5-3,0	3,0-5,5	5,5-10	Zus.
II_1	50 (46,848)	17 (17,644)	11 (16,731)	8 (6,693)	8 (6,084)	94
II_2	51 (53,825)	19 (20,272)	24 (19,223)	8 (7,689)	6 (6,990)	108
II_3	53 (53,327)	22 (20,084)	20 (19,045)	6 (7,618)	6 (6,926)	107
zusammen	154	58	55	22	20	309

$\chi^2 = 15{,}326$

Tab.: 32

Verteilung vital reagierender Zähne auf die einzelnen Skalenwerte (von 0,5-10 in logarith. Maßstab auf der Waagerechten eingetragen). Die Erwartungswerte stehen in Klammern unter den Beobachtungswerten.

Der berechnete χ^2-Wert 15,236 ist zu vergleichen mit dem Tafelwert $\chi^2_{(f=8;\ p=5)}$ 15,5. Der berechnete Wert liegt trotz der hohen Irrtumswahrscheinlichkeit von p=5% unter dem Tafelwert. Folglich besteht zwischen dem Skalenwert und Gerätreihenfolge kein auffälliger Unterschied. Es ist signifikant kein niedriger Skalenwert in Abhängigkeit von der Gerätposition zu erwarten.

Auf die mit Gerät II zu erwartenden Ergebnisse haben also weder vorherige noch nachfolgende Vitalitätsprüfungen einen Einfluß.

Die Abb. 11-13 zeigen die graphische Darstellung der Ergebnisse.

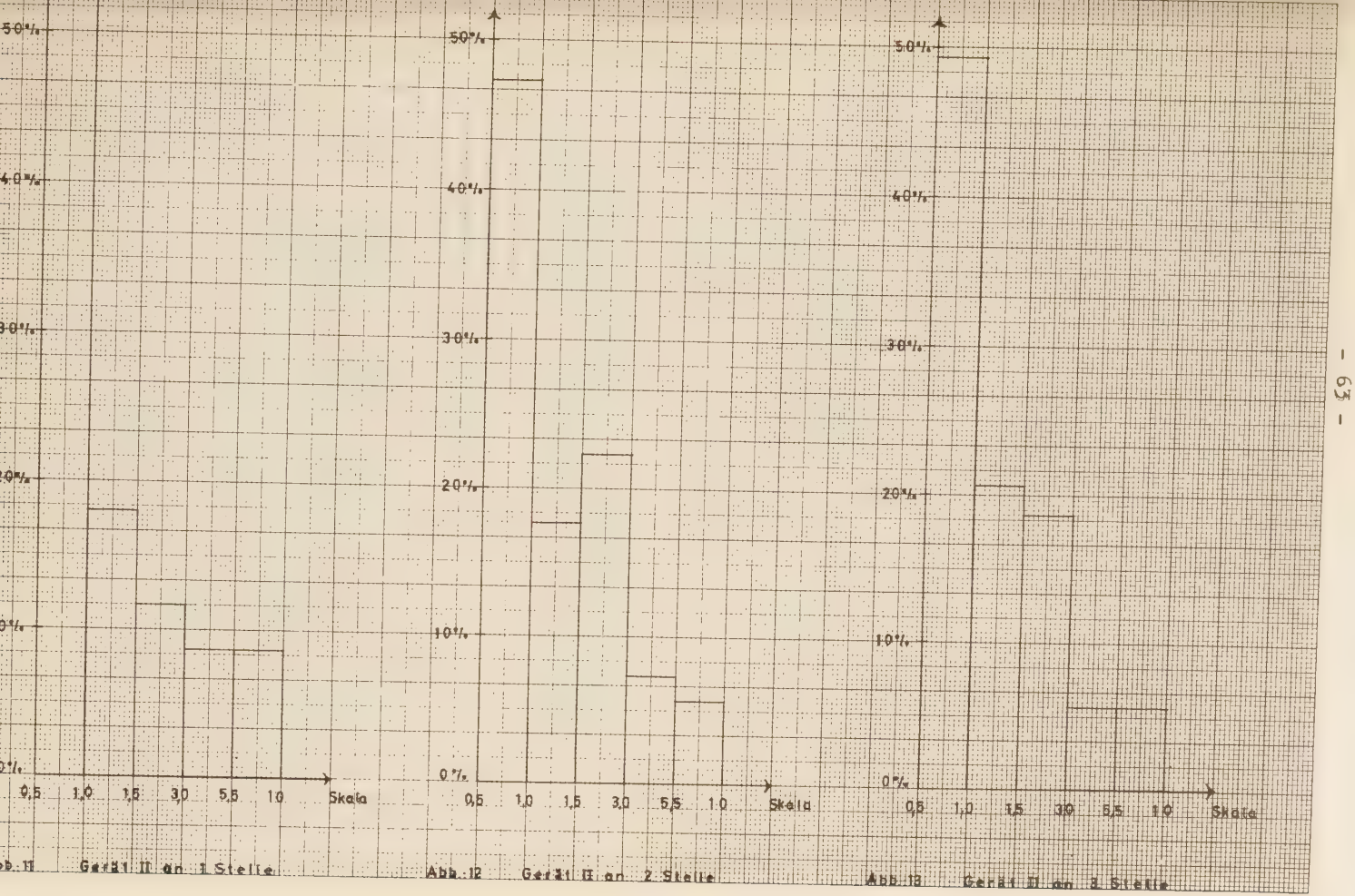

Abb. 11 Gerät II an 1 Stelle

Abb. 12 Gerät II an 2 Stelle

Abb. 13 Gerät II an 3 Stelle

Auch die Ergebnisse von Gerät III wurden mit Hilfe des χ^2-Tests verglichen.

Gerät-reihen-folge	Reizdauer in sec. 0,2-0,6	0,6-1,6	1,6-4,7	4,7-13,5	Zusammen
III_1	56 (45,836)	33 (38,784)	24 (27,149)	3 (4,231)	116
III_2	48 (40,699)	29 (34,438)	25 (24,106)	1 (3,754)	103
III_3	26 (43,465)	48 (36,778)	28 (25,745)	8 (4,012)	110
zusammen	130	110	77	12	329

$\chi^2 = 22,679$

Tab.: 33

Verteilung vital reagierender Zähne auf die einzelnen Reizzeiten (von 0,2-13,5 sec. in logarith. Maßstab) in Abhängigkeit von der Gerätreihenfolge (Die Erwartungswerte stehen in Klammern unter den Beobachtungswerten).

Der berechnete χ^2-Wert von 22,679 ist zu vergleichen mit dem Tafelwert von $\chi^2_{(f=6;\ p=1)}$ 16,6. Da der berechnete Wert den Tafelwert übersteigt, kann auch hier von einem auffälligen Unterschied zwischen Reizzeit und Gerätreihenfolge an den untersuchten Zähnen gesprochen werden.

Dem Tafelwert ist eine Irrtumswahrscheinlichkeit von p=1% zu Grunde gelegt. Es liegt eine signifikante Reizzeitverlängerung vor, wenn Gerät III später als an 1. Stelle zur Vitalitätsprüfung benutzt wird. Dies ist auch aus der unterschiedlichen Häufigkeit in Abhängigkeit zur Gerätposition zu ersehen.

Diese Ergebnisse sind in der nachfolgenden graphischen Darstellung nochmals verdeutlicht (Abb. 14-16).

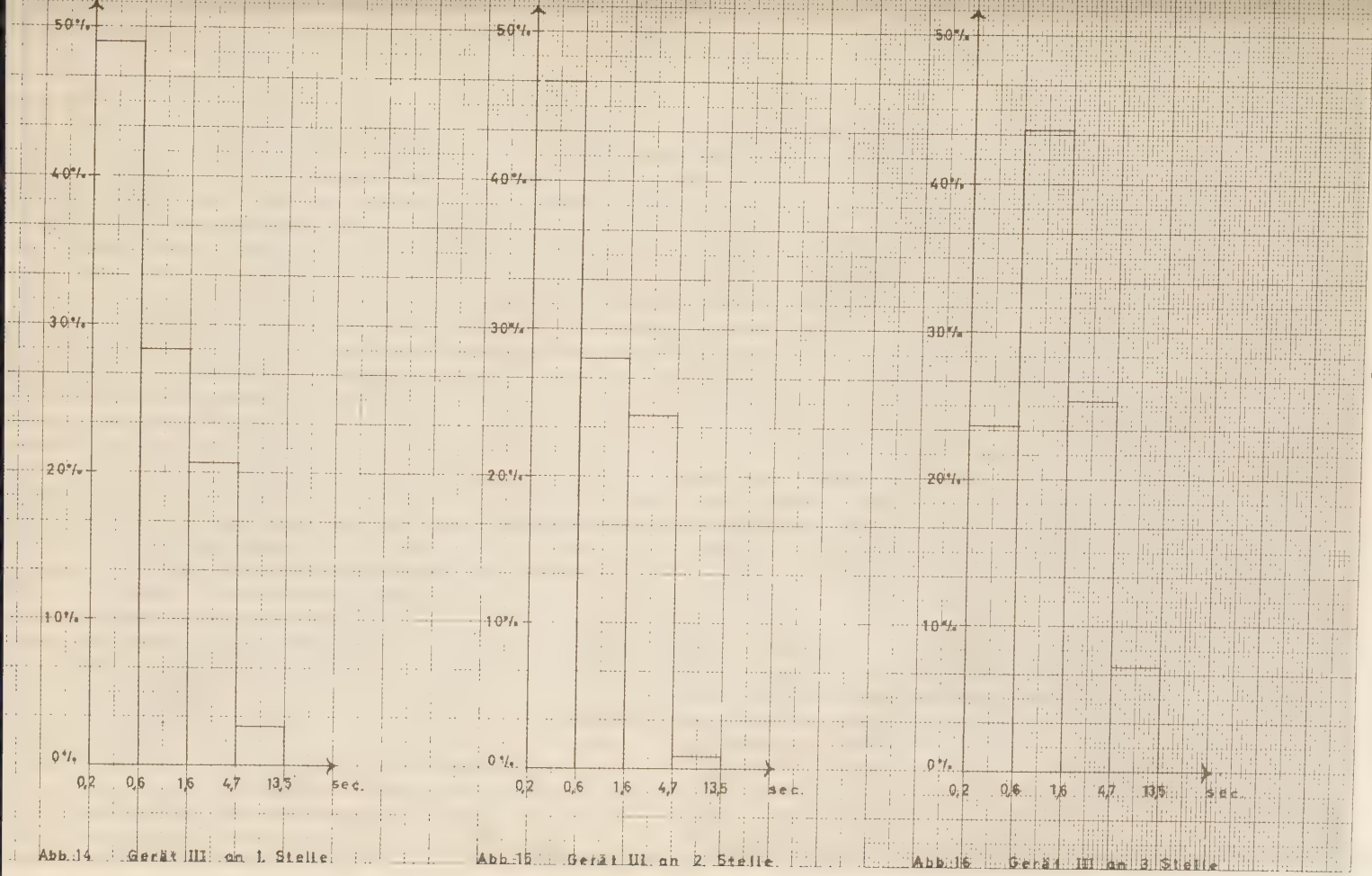

Abb. 14 Gerät III an 1. Stelle

Abb. 15 Gerät III an 2. Stelle

Abb. 16 Gerät III an 3 Stelle

Vergleicht man die Ergebnisse in bezug auf die Positionsabhängigkeit von dem zu erwartenden Ergebnis bzw. die Häufigkeit der kurzen Reizzeiten bei der Vitalitätsprüfung mit den 3 Geräten, so läßt sich folgendes sagen:

1. Neben dem Zahntyp ist die Gerätreihenfolge zu beachten.
2. Bei einem negativen Ergebnis sollte mit Gerät II zur Sicherheit, mit Gerät I wegen der in späterer Position zu erwartenden Reaktion die Vitalitätsprüfung bis zu 3 Mal wiederholt werden.
3. Mit Gerät III sind wiederholte Prüfungen in kurzer zeitlicher Folge nicht erfolgversprechend.

Unter Beachtung dieser Punkte, sind bei der Vitalitätsprüfung auf Grund der vorliegenden Ergebnisse die günstigsten Resultate zu erzielen. Zur exakten Feststellung der Ergebnisverbesserung, d.h. zur Minderung von Fehlmessungen, bedarf es weiterer Untersuchungen.

Das Ergebnis der vorliegenden Untersuchungen zeigt auch, daß durch die Kombination mehrerer Vitalitätsprüfgeräte die Zahl der endgültig falschen Diagnosen gegenüber der Prüfung mit einem einzelnen Gerät erheblich verringert werden kann.

e) Erläuterung zu klinisch und röntgenologisch nicht übereinstimmenden Befunden

Bei der vorliegenden Untersuchung wurden 347 Zähne mit drei Vitalitätsprüfgeräten getestet. Der Befund von 198 Röntgenbildern diente der Kontrolle der ermittelten Ergebnisse.

Ferner wurden im Untersuchungsprotokoll farbliche Unterschiede, die den Befund "devitaler Zahn" zu rechtfertigen schienen, festgehalten.

Somit wurden insgesamt 5 Untersuchungsmethoden zur Vitalitätsbestimmung herangezogen. In 259 Fällen kam es zu übereinstimmenden Befunden der 5 Untersuchungsmethoden. Es konnte also an 259 Zähnen die gleiche Diagnose gestellt werden.

In 88 Fällen ist zumindest einer der Befunde von denen der übrigen abwichen. Wie sich dabei die einzelnen Methoden im Vergleich zum Röntgenbefund verhielten, ist aus der Tab. 34 zu ersehen.

Befund bei Methode	I	II	III	Farbe
Übereinstimmung mit Rö.	34	40	62	51
Nichtübereinstimmung mit Rö.	54	48	26	37
Zusammen	88	88	88	88

Tab.: 34

Verteilung der mit dem Röntgenbefund übereinstimmenden und variierenden Befunde in 88 Fällen, verteilt auf die 4 Untersuchungsmethoden.

Aus Tabelle 34 ist deutlich die abnehmende Häufigkeit in der Übereinstimmung mit dem Röntgenbild von Gerät III über Farbe nach Gerät II und I zu sehen. Dabei zeigt Gerät I mit 54 abweichenden Fällen den größten Prozentsatz. Es ist der Tabelle auch zu entnehmen, daß die Wahrscheinlichkeit einer falschen Diagnose geringer wird, wenn man neben der Röntgenaufnahme noch eine Vitalitätsprüfung mit Gerät III durchführt. Diese Feststellung geht allerdings von der Voraussetzung aus, daß der mit Hilfe des Röntgenbildes ermittelte Befund richtig ist. Der farbliche Befund sollte

dabei auch berücksichtigt werden, da hier neben dem Befund mit Gerät III die wenigsten Abweichungen zu erwarten sind.

Teilt man die 88 Fälle nach Gruppen abnehmender Übereinstimmung ein, so ergibt sich das in Tab. 35 gezeigte Bild.

Befund d. Methode					Zahl d.	
I	II	III	Rö.	Fa.	Zähne	Zusammen
2	1	1	1	1	20	
3	1	1	1	1	2	
						22
1	2	1	1	1	17	
2	3	2	2	2	1	
						18
1	1	1	2	1	1	
1	1	1	3	1	9	
						10
1	1	1	1	2	7	
1	1	1	1	3	2	
2	2	2	2	3	2	
						11
Zusammen						61

Tab.: 35
61 Fälle, in denen mit 4 Untersuchungsmethoden übereinstimmende Befunde ermittelt wurden.

Gerät I weicht mit 22 Zähnen am meisten ab. Es handelt sich dabei ausschließlich um vitale Zähne. Dagegen wurde mit der Methode III keine abweichende Diagnose gestellt.

Klinisch bedeutsam sind auch die 7 Fälle, die einen devitalen Zahn nur vermuten ließen.

10 Fälle verdeutlichen die Unsicherheit in der Beurteilung der Vitalität eines Zahnes durch das Röntgenbild.

Wie sich die 61 Fälle nicht übereinstimmender Befunde auf die einzelnen Zahntypen verteilen, ist aus Tab. 36 zu ersehen.

Zahntypen	I	II	III	Rö.	Fa.	Zusammen
Schneidezähne	0	2	0	0	1	3
Eckzähne	2	9	0	3	0	14
Prämolaren	10	3	0	2	4	19
Molaren	10	4	0	5	6	25
Zusammen	22	18	0	10	11	61

Tab.: 36

Verteilung in einer Methode nicht übereinstimmender Befunde in 61 Fällen auf die verschiedenen Zahntypen.

Die meisten nicht übereinstimmenden Befunde sind bei den Prämolaren und den Molaren zu finden, vor allem mit der Methode I. Nur mit der Methode II sind die meisten Fälle bei den Eckzähnen zu suchen.

Bei der Methode III scheint der Zahntyp keine Rolle zu spielen, da hiermit keine Abweichung für sich allein festgestellt werden konnte.

	Zahnbefund				
Methode	o.Befund	Karies	Füllg.	Krone	Zusammen
I	11	2	9	0	22
II	13	0	5	0	18
III	0	0	0	0	0
Rö.	5	1	4	0	10
Fa.	0	0	7	4	11
Zusammen	29	3	25	4	61

Tab.: 37

Verteilung der 61 nicht übereinstimmenden Befund auf die verschiedenen klinischen Zahnbefunde.

Das wichtigste Ergebnis der Tabelle 37 ist, daß die meisten nicht übereinstimmenden Befunde der 5 Untersuchungsmethoden bei den Zähnen zu finden sind, die als klinisch gesund, d.h. "ohne Befund", bezeichnet wurden.

Auch zeigt die Tabelle 37, daß die Prüfung metallgefüllter Zähne mit Gerät II weniger Fehldiagnosen erwarten läßt, als dies bei Gerät I der Fall ist.

Unter 88 Zähnen, wo zumindest ein Befund nicht mit den übrigen vier übereinstimmte, fanden sich 23 Zähne, bei denen nur in 3 Methoden eine Übereinstimmung festgestellt werden konnte.

Befund d. Methode					Zahl d.	
I	II	III	Ro.	Fa.	Zähne	Zusammen
2	2	1	1	1	2	
1	1	2	2	2	1	
						3
2	1	2	1	1	1	
3	1	1	3	1	2	
3	1	1	1	3	1	
3	1	1	1	2	1	
2	1	1	1	3	2	
						7
1	2	2	1	1	1	
1	2	1	3	1	2	
2	1	2	1	2	1	
1	2	1	1	3	1	
2	1	2	2	1	1	
						6
3	3	2	2	3	1	1
2	2	2	1	1	5	
2	2	2	1	3	1	
						6
Zusammen						23

Tab.: 38

Verteilung der 23 Zähne, bei denen nur mit 3 Methoden eine Übereinstimmung erreicht werden konnte.

Die Tabelle 38 zeigt die verschiedenen Variationen der Abweichung zweier Methoden bzw. der

Übereinstimmung in 3 Methoden. Die häufigsten Abweichungen sind festzustellen bei der Kombination der Methoden I und II, bei der Methode I und "Farbe" und bei der Methode "Farbe und II. Nur in einem Falle wichen die Ergebnisse der Methode III und Rö. von den Befunden der drei übrigen Methoden ab.

Die bisherigen Untersuchungen lassen die Aussage zu, daß diejenigen Zähne bezüglich ihrer Vitalität richtig diagnostiziert wurden, die neben den übereinstimmenden Befunden der Methode III und der Methode "Röntgen" noch einen dritten gleichlautenden Befund erkennen ließen.

Zur Klärung der Frage, inwieweit sich diese Aussage auf andere Untersuchungsmethoden übertragen läßt, bedarf es weiterer Untersuchungen.

Befund d. Methode					Zahl d.
I	II	III	Rö.	Fa.	Zähne
1	2	1	2	3	1
3	2	1	1	3	1
2	1	1	3	2	1
2	1	1	3	3	1
Zusammen					4

Tab.: 39

4 Fälle, bei denen nur in zwei Methoden übereinstimmende Befunde erhoben wurden.

Zur exakten Klärung der Frage, mit welcher Methode in Tab. 39 die tatsächlich richtige Diagnose gestellt worden ist, hätten diese 4 Zähne extrahiert und histologisch untersucht werden müssen.

f) Interpretationsversuche nicht übereinstimmender Fälle anhand von Röntgenbildern

In den folgenden 19 Fällen soll untersucht werden, weshalb mit den einzelnen Untersuchungsmethoden Fehldiagnosen gestellt wurden.

1. Fall Nr. 7

Es handelt sich hierbei um den seitlichen Schneidezahn im Oberkiefer links einer 29jährigen Patientin. Im Untersuchungsprotokoll konnte folgender Befund notiert werden:
+2 2 1 2 2 1 . [1)]

Abb.: 17
Rö.-Bild zu Fall Nr. 7 mit dem Befund von +2 2 1 2 2 1

Die Lage zweier Metallfüllungen ist aus der Rö.-Aufnahme ersichtlich. Im Rö.-Bild ist weder das Pulpencavum zu sehen, noch läßt sich der Periodontalspalt deutlich bis zum Apex verfolgen; röntgenologisch muß der Zahn als devital angesehen werden, dennoch kam es bei der Untersuchung mit Gerät II zu einer Reaktion. Hierfür kommen folgende Gründe infrage:

a) Es handelt sich möglicherweise um einen gangränösen Zahn (kein sichtbares Pulpencavum, deutliche Knochenaufhellung im Bereich des Apex), sodaß der Strom vom zerfallenen Pulpengewebe

---

1) Befund entsprechend dem Untersuchungsprotokoll s. Tab. 4-6

über den Apex hinaus in gesundes Knochen- und somit intaktes Nervengewebe geleitet wurde. So konnte eine Nervenreizung außerhalb des Zahnes erfolgen. Für einen gangränösen Zahn bzw. seine Entstehungsursache spricht auch die große, der Kronenpulpa sehr nahe liegende Metallfüllung.

b) Die Amalgamfüllung des seitlichen Schneidezahnes hat Kontakt zu der des Eckzahns der gleichen Kieferhälfte. Da der Strom den Weg des geringsten Widerstands geht, ist es denkbar, daß dieser auf den Eckzahn übergeleitet wurde, und es somit bei der Vitalitätsprüfung von +2 zu einer Reaktion von +3 gekommen ist.

Dieser Fall zeigt die Problematik der Vitalitätsprüfung mit elektrischem Strom bei gangränösen Zähnen bzw. bei Zähnen, die mit einem Nachbarzahn über eine Metallfüllung in Kontakt stehen.

2. Fall Nr. 9

Es handelt sich hierbei um den zweiten Prämolaren im Oberkiefer links der gleichen Patientin. Der im Untersuchungsprotokoll notierte Befund lautet: +5 1 1 2 2 2 .

Abb.: 18

Zeigt Rö.-Bild zu Fall Nr. 9 mit dem Befund von +5 1 1 2 2 2

Im Rö.-Bild ist das Pulpencavum deutlich sichtbar, der Periodontalspalt dagegen ist nicht bis zum Apex zu verfolgen. Die deutlich sichtbare schwielige Verdickung der Wurzelhaut spricht für einen

devitalen Zahn. Der Zahn war mit einer MOD-Amalgamfüllung versehen, die mit der MOD-Füllung von +4 und +6 in engem Kontakt steht. Abgesehen davon, daß die Amalgamfüllung von +5 übersteht, scheint sie auch Knochen-, zumindest aber Gingivakontakt zu haben. Die Füllung von +5 kann als Ursache für die Fehldiagnose mit Gerät I und II angesehen werden, weil keine Reizung des Pulpen- sondern des Knochengewebes erfolgte.

3. Fall Nr. 32

Einen nicht in allem übereinstimmenden Gesamtbefund wurde am zweiten Prämolar im Unterkiefer rechts bei einem 24jährigen Patienten gefunden. Der im Untersuchungsprotokoll notierte Befund lautet: 5- 2 2 1 1 1 .

Abb.: 19
Zeigt Rö.-Bild zu Fall Nr. 32 mit dem Befund von 5- 2 2 1 1 1

Das Rö.-Bild gibt keinerlei Anhaltspunkte dafür, daß es sich um einen devitalen Zahn handeln könnte. Mit den Geräten I und II sind demnach Fehldiagnosen gestellt worden, die es zu erklären gilt. Es handelte sich bei dem untersuchten Prämolaren um einen karies- und füllungsfreien Zahn, der sehr tiefe Fissuren und wulstartige Höcker aufwies. Hierdurch war keine günstige Applikation der Geräte I und II möglich. Dadurch konnte auf diesen Zahn kein überschwelliger Reiz ausgeübt werden. Unterstrichen wird dies

dadurch, daß mit Gerät III eine relativ lange Reizzeit - 4,7 sec. - nötig war, um eine Reaktion zu erzielen. Dies war die längste Reizzeit, die bei allen Zähnen dieses Patienten ermittelt wurde (s. Tab. 7).

4. Fall Nr. 41, 48, 49 und 51

In den folgenden 4 Fällen handelt es sich um die Zähne einer 52jährigen Patientin, bei denen jeweils drei übereinstimmende Befunde ermittelt wurden. Die einzelnen Befunde sind den Erläuterungen zu den Rö.-Bildern zu entnehmen (Abb. 20-23).

Abb.: 20

Zeigt Rö.-Bild zu Fall Nr. 41 mit dem Befund von 6+ 2 2 2 1 3

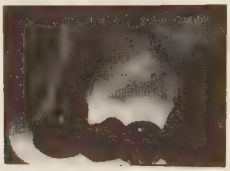

Abb.: 21

Zeigt Rö.-Bild zu Fall Nr. 48 mit dem Befund von 3+ 1 2 1 1 3

Abb.: 22

Zeigt Rö.-Bild zu Fall Nr. 49 mit dem Befund von +7 2 1 1 1 3

Abb.: 23
Zeigt Rö.-Bild zu Fall Nr. 51 mit dem Befund von 4- 3 3 2 2 3

Bei Fall Nr. 41 (Abb.20) handelt es sich um den ersten Molaren im Oberkiefer rechts. Der Zahn ist mit einer Hülsenkrone versehen, deshalb auch der Befund der Zahnfarbe "unbestimmt". Röntgenologisch ist kein Hinweis für einen devitalen Zahn gegeben. Dagegen wurde mit allen 3 Vitalitätsprüfgeräten der Befund "devital" erhoben. Da es sich bei dem Nachbarzahn, der ja in engem Kontakt zu 6+ steht, um einen röntgenologisch offensichtlich devitalen Zahn handelt, ist eine Reizüberleitung denkbar, sodaß indirekt die Vitalität dieses Zahnes geprüft wurde.

Trotz der drei devitalen Befunde bei 6+ ist es möglich, daß es sich um einen vitalen Zahn handelt:

a) Das Pulpencavum ist sehr verkleinert und das nervöse Pulpengewebe degeneriert, sodaß eine normale Reizleitung nicht mehr möglich war.

b) Zu der mangelhaften Reizleitung kommt der dicke, isolierende Mantel aus Befestigungszement hinzu, der zur Fehldiagnose führte.

Zur endgültigen Klärung müßte die Hülsenkrone entfernt werden und dann nochmals Vitalitätsprüfungen durchgeführt werden.

Im Fall Nr. 48 (Abb. 21) handelt es sich um den Eckzahn im Oberkiefer rechts. Wie aus dem Rö.-Bild ersichtlich ist, dient dieser Zahn als Pfeiler einer 4-gliedrigen Brücke. Deshalb wurde von der Zahnfarbe her der Befund "unbestimmt" erhoben.

Mit den Geräten I und III konnte der röntgenologische Befund bestätigt werden. Mit Gerät II dagegen wurde er als devital diagnostiziert. Gründe hierfür sind in der relativ großen Metallbrücke und in der geringen Reizstärke des Testgerätes zu suchen.

Im Fall Nr. 49 (Abb. 22) handelte es sich ebenfalls um einen überkronten Zahn, den zweiten Molar im Oberkiefer rechts. Das Rö.-Bild und der Befund mit Gerät II und III lassen die Aussage zu, daß es sich um einen vitalen Zahn handelt. Demnach ist mit Gerät I eine Fehldiagnose gestellt worden.

Das Rö.-Bild des Falles Nr. 51 (Abb. 23) - es handelt sich um den ersten Prämolar im Unterkiefer rechts - zeigt deutlich, daß dieser Zahn wurzelbehandelt wurde. Die relativ kurze Wurzel und eine leichte Verschattung in der Gegend des Apex (s. Rö.-Bild) läßt vermuten, daß zusätzlich eine Wurzelspitzenresektion durchgeführt worden ist. Anamnestisch konnte dies nicht bestätigt werden.

Der Befund "unbestimmt" mit den Geräten I und II läßt folgende Deutungen zu:

a) Möglicherweise besteht die Wurzelfüllung aus einem Silberstift, der die Reize der Prüfgeräte auf den Periapex überleitete, wodurch subjektive Befunde "unbestimmt" erhoben wurden.

b) Die Metallhülse von 4- steht mit einer Metallfüllung von 3-, einem vitalen Eckzahn, in Kontakt. Bei der Prüfung mit den Geräten I und II wurde der Reiz über diese Füllung noch auf den Eckzahn übertragen. Am Eckzahn hingegen wurden diese Reize nur "unterschwellig" wahrgenommen.

5. Fall Nr. 187 und 196

Im Folgenden sollen die nicht übereinstimmenden Befunde an den jeweils zweiten Molaren im Unterkiefer eines 25jährigen Patienten untersucht werden.

Abb.: 24
Zeigt Rö.-Bild zu Fall Nr. 187 mit dem Befund von 7- 3 1 1 1 2

Abb.: 25
Zeigt Rö.-Bild zu Fall Nr. 196 mit dem Befund von -7 2 1 2 1 2

Aus den Röntgenbildern geht hervor, daß es sich um offensichtlich vitale Zähne handelt, die sehr große Metallfüllungen aufweisen. Daher ließ die Zahnfarbe den Befund "devitaler Zahn zu.

Im Fall Nr. 187 dürfte die geringe Reizstärke von Gerät I für die Diagnose "unbestimmt" verantwortlich sein.

Ähnlich wie im Fall Nr. 187 liegen die Verhältnisse auch bei Fall Nr. 196. Die Metallfüllung ist hier noch umfangreicher als bei 7-. Auch zeigt das Rö.-Bild, daß das Pulpencavum stark verkleinert ist (durch Sekundärdentin- und Dentikelbildung). Im Bereich der Wurzeln kann das Pulpencavum nur noch geahnt werden. Dennoch kann die Diagnose nach dem Rö.-Bild nur "vital" lauten. Inwieweit die Verkleinerung des Pulpencavums eine Störung der Reizleitung bedingte, oder ob es sich um einen gangränösen Zahn handelt, kann nur durch eine histologische Untersuchung post extractionem geklärt werden.

Die Beispiele Nr. 187 und 196 zeigen deutlich die Problematik der Vitalitätsprüfung an Zähnen mit sehr großen Füllungen und röntgenologisch sichtbaren Verkleinerungen des Pulpencavums.

6. Fall Nr. 215

Hier handelt es sich um den zweiten Molar im Unterkiefer links einer 45jährigen Patientin. Der Zahn ist mit einer Hülsenkrone versehen. Röntgenologisch ist ein vitaler Zahn zu vermuten. Die Zahnfarbe veranlaßte den Befund "unbestimmt". Ein Grund für die Fehldiagnose mit Gerät I ist in der geringen Reizstärke dieses Gerätes zu suchen. Zur Vitalitätsprüfung überkronter Zähne ist deshalb Gerät I nicht geeignet.

Abb.: 26

Zeigt Rö.-Bild zu Fall Nr. 215 mit dem Befund von -7 2 1 1 1 3

7. Fall Nr. 257 und 264

Nicht übereinstimmende Befunde konnten an den zweiten Prämolaren im Oberkiefer rechts und links bei einer 18jährigen Patientin festgestellt werden. Wie das Rö.-Bild zeigt, handelt es sich - vor allem bei +5 - um rudimentär angelegte Prämolaren. Beide Zähne waren füllungs- und kariesfrei. Auf Grund der Rö.-Bilder wurde der Befund "vitaler Zahn" erhoben.

Abb.: 27

Zeigt Rö.-Bild zu Fall Nr. 257 mit dem Befund von 5+ 2 1 2 1 1

Abb.: 28

Zeigt Rö.-Bild zu Fall Nr. 264 mit dem Befund von +5 1 2 2 1 1

Mit zwei Vitalitätsprüfgeräten sind hiervon abweichende Befunde ermittelt worden.

Die rudimentäre Form beider Prämolaren spricht nicht für devitale Zähne, das Pulpengewebe beider Zähne jedoch wird nicht voll ausgebildet sein, sodaß zwar die für die Ernährung und die Stoffwechselvorgänge erforderlichen Gewebsanteile noch vorhanden sind, der nervöse Anteil aber nicht oder

nur so gering entwickelt ist, daß ein Reiz nicht mehr aufgenommen und weitergeleitet werden kann.

8. Fall Nr. 6

Im Falle Nr. 6 handelt es sich um den mittleren Schneidezahn im Oberkiefer links einer 29jährigen Patientin. Der Befund lautet: +1 3 2 1 1 3 .

Abb.: 29
Zeigt Rö.-Bild zu Fall Nr. 6 mit dem Befund von +1 3 2 1 1 3

Aus dem Rö.-Bild ist ersichtlich, daß es sich um einen vitalen, mit einer Kunststoffmantelkrone versehenen Zahn handelt. Die unterschiedlichen Befunde der drei Untersuchungsmethoden sind wie folgt zu erklären: Da der Zahn mit einer Kunststoffmantelkrone versehen war, konnte er mit Gerät I nicht getestet werden, da die Krone nicht beschädigt werden durfte; dies führte zu Befund "3+".

Der Befund mit Gerät II - devitaler Zahn - ist dadurch zustande gekommen, daß die Kunststoffmantelkrone einen für den elektrischen Strom isolierenden Schutz des Pulpengewebes darstellt.

9. Fall Nr. 80

Bei diesem Fall handelt es sich um den mit einer Hülsenkrone versehenen zweiten Prämolar im Oberkiefer rechts einer 23jährigen Patientin. Der Befund aller 5 Untersuchungsmethoden lautet: 5+ 1 2 1 2 3 .

Im Rö.-Bild sieht man in der Gegend von 5+ einen ostitischen Herd und eine Erweiterung des Periodontalspaltes. Beides sind Hinweise für einen devitalen Zahn. Dennoch ist der Befund der Geräte und III positiv ausgefallen.

Abb.: 30
Zeigt Rö.-Bild zu Fall Nr. 80 mit dem Befund von 5+ 1 2 1 2 3

Ein Grund für eine Fehldiagnose ist bei den Vitalitätsprüfungen immer dadurch gegeben, daß es sich um einen subjektiv falschen Befund handelt, d.h. vom Patienten eine falsche Aussage gemacht wird. Das Rö.-Bild schließt hier eine Parodontitis nicht aus. Da die Vitalitätsprüfungen mit den Geräten I und III mit leichtem Applikationsdruck durchgeführt werden müssen, ist es möglich, daß hierdurch schon ein Schmerz ausgelöst wurde. Eine andere Erklärung ist in der Tatsache zu suchen, daß 5+ über eine Hülsenkrone in engem Kontakt zu den mit Metallfüllungen versehenen Nachbarzähnen stand. So stammt möglicherweise die vitale Reaktion bei der Prüfung mit den Geräten I und III von den Nachbarzähnen.

10. Fall Nr. 335, 336, 338, 339 und 340

Bei den folgenden 5 Fällen handelt es sich um die Zähne einer 16jährigen Patientin, die einen Autounfall erlitt. Dabei zog sich die Patientin eine Oberkieferfraktur nach Le Fort I zu mit Dislocatio des Alveolarfortsatzes und dem Verlust der Schneidezähne im Ober- und Unterkiefer.

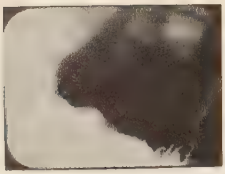

Abb.: 31

Zeigt Rö.-Bild zu Fall Nr. 335 mit dem Befund von 7+ 2 2 2 1 1

Abb.: 32

Zeigt Rö.-Bild zu Fall Nr. 335 mit dem Befund von 5+ 2 2 2 1 1

Abb.: 33

Zeigt Rö.-Bild zu Fall Nr. 338 mit dem Befund von +3 2 2 2 1 1

Abb.: 34

Zeigt Rö.-Bild zu Fall Nr. 339 und 340 mit den Befunden von +5 2 2 2 1 1 und von +6 2 2 2 1 1

Die Zahnfarbe der 5 untersuchten Zähne ließ den Befund "vital" zu.

Auch in den Rö.-Bildern zeigten sich keine für devitale Zähne charakteristischen Merkmale. Dennoch wurde bei allen 5 Zähnen mit den drei Vitalitätsprüfgeräten der Befund "devital" erhoben. Es wird sich hier nicht um pathologische Veränderungen des nervösen Gewebes innerhalb der Zahnpulpa handeln, sondern um eine durch die Oberkieferfraktur bedingte Irritation, Strangulation oder Durchtrennung der den Zähnen zentralwärts gelegenen Nervenfasern des N. maxillaris (Rr. alveolares superiores). Deshalb kann hier von devitalen Zähnen nur im Sinne einer Störung der Nervenleitung gesprochen werden. Ob es zu einer Regeneration der Nervenfasern oder einem gangränösen Zerfall des Pulpengewebes kommen wird, ist nicht sicher vorauszusagen.

III. Diskussion der Ergebnisse

In der vorliegenden Arbeit wurden drei verschiedene Methoden der Vitalitätsprüfung untersucht. Besonders beachtet wurde dabei ihr diagnostischer Wert für die Zahnheilkunde. Vergleicht man die Ergebnisse aller Untersuchungen, so läßt sich sagen, daß die zu erwartenden Fehldiagnosen mit dem erhitzten Kugelstopfer (Gerät I) und dem elektrischen Zahnprüfhandstück (Gerät II) bezogen auf die Gesamtzahl der Zähne drei bis viermal höher liegen als die mit Kohlensäureschnee (Gerät III) (s. Tab. 14 u. 30).

Der Prozentsatz von 3,4% Fehlmessungen mit der Methode "Kohlensäureschnee" entspricht annähernd den Ergebnissen, die von Büchs, H. (6) [1], Obwegeser, H. und Steinhäuser, E. (22) [2], Sauermann, G. (27) [3] und Sauermost, W. (28) [4] ermittelt wurden. Exakte Werte über Fehlmessungen mit einem erhitzten Kugelstopfer und dem hier verwendeten elektrischen Zahnprüfhandstück liegen im Schrifttum nicht vor, sodaß keine Vergleiche angestellt werden können. Wohl haben Becker, H.J. (2), Dürr, H.J. (8), Fischer, G. (10) und Langegger, P. (17) mit der elektrischen Methode derartige Prüfungen durchgeführt, diese Geräte basieren aber auf anderen physikalischen Eigenschaften, sodaß ein Vergleich mit diesen nicht geeignet erscheint.

Mit jeweils drei Geräten wurden bei 18 Probanden (Tab. 4-9) 1041 Einzelprüfungen vorgenommen: 135 Schneidezähne, 71 Eckzähne, 71 Pämolaren und 70 Molaren. Aufgenommen wurden von jedem Probanden der klinische Befund aller Zähne und Röntgenaufnahmen des gesamten Gebisses (Rö.-Status = 10 Aufnahmen 3x4) (Tab. 4-9).

---

1) Büchs, H. ---------- 2,2% Fehlmessungen
2) Obwegeser, H. u. Steinhäuser, E. -- 2,8% Fehlmessungen
3) Sauermann, G. ---------- 2,5% Fehlmessungen
4) Sauermost, W. ---------- 1,9% Fehlmessungen

Die Untersuchungen wurden im doppelten Blindversuch durchgeführt, d.h. der Prüfer kannte vor den Untersuchungen nicht den Zustand des Zahnmarks. Die Probanden hatten keine Kenntnis von der Gerätreihenfolge oder der Zahnprüffolge. Durch diese Versuchsanordnung durften objektivierbare Ergebnisse erwartet werden (Tab. 2, Abb. 5, 6, 7).

Die Ergebnisse der Vitalitätsprüfungen wurden durch den klinischen Befund und Röntgenbilder kontrolliert.

Es ergab sich bei Gerät I (erhitzter Kugelstopfer) eine Übereinstimmung zwischen Röntgenbefund und Vitalitätsprüfung in 291 Fällen, d.h. daß in 12,4% der Fälle eine Fehldiagnose gestellt wurde (s. Tab. 10 und 14).

Bei Gerät II (elektrisches Zahnprüfhandstück) ergab sich eine Übereinstimmung zwischen Röntgenbefund und Vitalitätsprüfung in 299 Fällen, d.h. in 10% der Fälle wurde eine Fehldiagnose gestellt (s. Tab. 11 und 14).

Bei Gerät III (Kohlensäureschnee) ergab sich eine Übereinstimmung zwischen Röntgenbefund und Vitalitätsprüfung in 321 Fällen, d.h. in 3,4% der Fälle wurde eine Fehldiagnose gestellt (s. Tab. 12 und 14).

Die Angaben zu diesen drei Geräten berücksichtigen allerdings nicht 15 Zähne mit der Diagnose "unbestimmt", da eine sichere Übereinstimmung von Röntgenbefund und klinischem Befund nicht gegeben schien.

Eine Zusammenfassung der anteilmäßigen Verteilung der Diagnose "unbestimmt" zeigt die Tabelle 13. Hieraus läßt sich auch die Problematik der Vitalitätsbestimmung durch das Röntgenbild ersehen. Die histologische Abstützung der klinisch ermittelten Resultate muß späteren Untersuchungen vorbehalten bleiben.

Nicht erwartet wurde, daß der Prozentsatz an Fehldiagnosen bei Zähnen mit devitalem Zahnmark mit durch-

schnittlich 0,8% bei allen drei Geräten gleich gering lag (s. Tab. 14). Ein Grund hierfür liegt darin, daß bei der Reizung devitaler Zähne der auf die Zahnumgebung übergeleitete Reiz von den Probanden subjektiv falsch gedeutet wurde.

Die bisherigen Angaben bezogen sich immer auf die Gesamtzahl der untersuchten Zähne; mögliche Fehlschlüsse konnten sich aus der Morphologie und der Topographie der geprüften Zähne ergeben. Es wurden deshalb die Ergebnisse der Messungen einzelner Zahntypen gesondert ausgewiesen (Tab. 15-26).

So konnte festgestellt werden, daß sich Gerät I gut zur Vitalitätsprüfung von Frontzähnen eignet. Der Prozentsatz an Fehlmessungen lag bei diesem Gerät bei den Prämolaren und Molaren bis zu fünfmal höher als an den Schneide- und Eckzähnen (s. Tab. 30). Mit 24,7% lag die Zahl der Fehlmessungen bei den Prämolaren mit diesem Gerät absolut am höchsten, auch im Vergleich zu den übrigen Geräten.

Nicht zu erwarten war, daß sich Gerät II nur zur Prüfung von Schneidezähnen, mit Einschränkungen noch zu der von Molaren, eignet.

Nach Godt, H. (12) liegt der Schmerzschwellenwert bei den Zähnen maximal bei 29 Mikroampere. Das Gerät II liefert eine Stromstärke von maximal 33,3 Mikroampere, mehr als zur Überschreitung der Schmerzschwelle erforderlich ist. Deshalb dürfte mit diesem Gerät theoretisch keine Fehlmessung vorkommen. Dieses Mißverhältnis zwischen Theorie und Praxis ist durch die ungünstige Konstruktion der Prüfelektrode zu erklären, die kein sicheres Adaptieren an Zähnen zuläßt.

Mit Gerät III führte die Prüfung von Schneidezähnen zu keinem einzigen Fehlresultat (s. Tab. 17 und 30). Mit 1,6% liegt das Ergebnis an den Eckzähnen noch unter den

Durchschnittswerten von Büchs, H. (6), Obwegeser, H. u. Steinhäuser, E. (22), Sauermann, G. (27) und Sauermost, W. (28). Die relativ ungünstigen Ergebnisse bei Prämolaren und Molaren mit 7,3 bzw. 8% Fehlern lassen sich möglicherweise mit der schwierigen Applikation des geraden Kohlensäurestabes bei vollbezahntem Gebiß erklären. Eine gebogene Röhre müßte in diesen Fällen eine bessere und festere Adaption zur Ausschaltung des Leidenfrostschen Phänomens ermöglichen.

Einen Vergleich der drei Prüfungsmethoden hinsichtlich überkronter Zähne läßt deren geringe Zahl nicht zu. Von 13 überkronten Zähnen konnten mit Gerät III 10 verläßlich diagnostiziert werden (s. Tab. 29).

Eine statistische Auswertung mit Hilfe des x^2-Tests ergab für Gerät I eine signifikante Reizdauerverkürzung, wenn dieses Gerät statt an 1. Stelle zeitlich später zur Prüfung herangezogen wurde (s. Tab. 31). Die Zahl der Fehldiagnosen kann also mit Sicherheit verringert werden, wenn der zu prüfende Zahn vor der Prüfung mit dem erhitzten Kugelstopfer einem anderen Reiz ausgesetzt wurde. Hierzu kann auch das vorherige Spülen mit kaltem Wasser dienen.

Dagegen zeigt die statistische Auswertung der mit dem elektrischen Pulpenprüfer ermittelten Ergebnisse, daß hierbei eine bestimmte Reihenfolge keinen Einfluß auf die Diagnose hat (s. Tab. 32). Der Prüfung mit Kohlensäureschnee sollte keine andere Prüfung vorangehen, da sich sonst die Zahl der Fehldiagnosen signifikant erhöht (s. Tab. 33).

Abgesehen davon, daß bei einem ersten negativen Ergebnis einer Vitalitätsprüfung dieser stets noch weitere zur Sicherung folgen sollten, bedeuten die obigen Ergebnisse, daß es zweckmäßig ist, eine bestimmte Prüfungsfolge mit

verschiedenen Geräten einzuhalten. Die erste Prüfung sollte mit Kohlensäureschnee, die zweite mit dem elektrischen Zahnprüfhandstück und die dritte mit dem erhitzten Kugelstopfer vorgenommen werden.

Der vorliegende Versuch, durch vergleichende Untersuchungen von Vitalitätsprüfungen, schnell, rationell und vor allem absolut zuverlässig den Zustand des Zahnmarks diagnostizieren zu können, zeigte nicht das erhoffte Ergebnis.

Hierfür sind Gründe anzuführen, die in den Geräten selbst und dann in den Probanden zu suchen sind. Dies sei nochmals hinsichtlich der Fehlerquellen zusammenfassend betrachtet: Gerät I hat zwar eine ausreichend hohe Reizintensität (110° C), diese fällt aber bei der Prüfung von Seitenzähnen absolut schnell ab. Auch ist der zweckmäßige, flächenhafte Kontakt mit den zu prüfenden Zähnen durch die Kugelform des Instruments nicht möglich.

Mit 33,4 Mikroampere liegt Gerät II zwar über dem von Godt, H. (12) festgestellten maximalen Reizschwellenwert von ca. 29 Mikroampere, diese Stromstärke kann aber mit der am Gerät vorliegenden Elektrodenform nicht vollendet beim anatomisch intakten Zahn appliziert werden. Hier könnten eine Konstruktionsänderung bzw. eine noch höhere Stromstärke Abhilfe schaffen.

Um das Leidenfrostsche Phänomen bei der Prüfung von Seitenzähnen im vollbezahnten Gebiß ausschalten zu können, wäre auch bei Gerät III eine Konstruktionsänderung erforderlich.

Viele Fehlmessungen könnten auch vermieden werden, wenn die topographischen und morphologischen Zahnverhältnisse auf der einen Seite und die Psyche des Probanden auf der anderen besonders berücksichtigt würden. An erster Stelle sind hier subjektiv falsche Aussagen zu nennen,

sei es durch Fehldeutung des stets mitgereizten Parodontiums oder auf Grund vorangegangener Schmerzen bewußt unrichtiger Angaben. Weitere Fehldiagnosen können sich ergeben durch Fortleitung über Elektrolytbrücken (Speichel) von Strom oder Temperatur auf benachbarte Füllungen oder Kronen vitaler Zähne sowie durch die Leitung von Kronen- oder Füllungsmaterial über den Befestigungszement zur Wurzelhaut. Flüssig zerfallener Kanalinhalt von Zähnen oder leitende Wurzelfüllungen kommen bei der Prüfung mit Strom für eine Fehldiagnose in Frage. Aber auch regressive Veränderungen, wie Atrophie und Degeneration des Zahnmarks, können zu Fehldiagnosen führen.

Die mannigfaltigen Faktoren, die zu einer Fehldiagnose führen können und deren sicherer Ausschluß undurchführbar erscheint, erlaubt die Hypothese, daß auch in Zukunft eine absolut sichere Diagnose bezüglich des Zahnmarks weder mit thermischen noch mit elektrischen Vitalitätsprüfgeräten möglich sein wird.

IV. Zusammenfassung

Die vorliegenden Untersuchungen sollten die diagnostische Wertigkeit verschiedener Vitalitätsprüfgeräte im einzelnen und in einer bestimmten Kombinationsfolge prüfen.

Zunächst wurde auf die Stellung und damit Bedeutung von Vitalitätsprüfungen in den verschiedenen zahnärztlichen Fachrichtungen in bezug auf ihre diagnostische Aufgaben hingewiesen.

Eine Literaturübersicht ließ erkennen, daß einzelne Verfahren der Vitalitätsprüfung zwar bewertet werden, in der Mehrzahl aber Hinweise auf die jeweils angewandte Methodik fehlen.

Unter Berücksichtigung vor allem biologischer Faktoren versuchen die vorliegenden experimentellen Untersuchungen durch Vergleiche reproduzierbarer Prüfmethoden objektivierbare Resultate zu erzielen.

Verglichen wurden untereinander zwei thermische und eine elektrische Methode:

Gerät I = Zahnärztlicher Kugelstopfer mit einem Durchmesser von 3,2 mm, der bei allen Prüfungen auf 110° C erhitzt wurde (Kontrolle erfolgte durch Sekundenthermometer "Thermophil"). Mit einer Stoppuhr wurde die Zeit von der Applikation des Stopfers bis zur subjektiven Reaktion gemessen; erfolgte innerhalb von 25 sek. keine Reaktion, so wurde das Prüfungsergebnis als negativ bewertet.

Gerät II = Regulierbares elektrisches Zahnprüfhandstück, bei dem durch Potentiometer-Einstellung (0-10) Ströme von 0-33,3 uA erreichbar waren. Angegeben für die subjektive Reaktion wurde der jeweilige Skalenwert; erfolgte bei 10 noch keine Reaktion, so wurde das Prüfungsergebnis als negativ bewertet.

Gerät III = Kohlensäureschnee, der bei einer Temperatur von -78° C mit festen Andrücken gegen die zu prüfenden Zähne gehalten wird. Mit einer Stoppuhr wurde die Zeit

von der Applikation bis zur subjektiven Reaktion gemessen; erfolgte innerhalb von 13,5 sek. keine Reaktion, so wurde das Prüfungsergebnis als negativ bewertet.

Um mögliche Beeinflussungen durch stets gleichbleibende Prüfrhythmen zu vermeiden, wurden die zu untersuchenden Probanden in Gruppen eingeteilt und die Gerätereihenfolge bei jeder Gruppe gewechselt.
Innerhalb der sechs Gruppen wurden bei jedem Patienten mit jedem Gerät 20 Zähne geprüft: Die zweiten Molaren und die zweiten Prämolaren, Eckzähne, seitlichen und mittleren Schneidezähne im Oberkiefer und Unterkiefer jeder Kieferhälfte; fehlten sie, wurde auf andere Zähne nicht ausgewichen.
Die Reihenfolge der zu prüfenden Zähne wurde bestimmt nach Tabellen zufällig angeordneter Zahlen. Der Untersuchende hatte vor der Prüfung keine Kenntnis vom Vitalitätszustand der Pulpen.
Mit jeweils 3 Geräten wurden bei 18 Probanden 1041 Einzelprüfungen vorgenommen: 135 Schneidezähne, 71 Eckzähne, 71 Prämolaren und 70 Molaren. Aufgenommen wurde von jedem Probanden der klinische Befund aller Zähne und Rontgenaufnahmen des gesamten Gebisses (Rö-Status = 11 Aufnahmen 3x4).
Die Vitalitätsprüfungen mit den drei Geräten erfolgten bei jedem Patienten in einer Sitzung. Jede Prüfung wurde nach einem bestimmten Schema protokolliert.
Die Kontrolle der Ergebnisse erfolgte durch die Zahnuntersuchung und das Röntgenbild.
Nach dem geschilderten Prüfverfahren ergibt sich bei Gerät I (erhitzter Kugelstopfer) eine Übereinstimmung zwischen Röntgenbefund und Vitalitätsprüfung in 293 Fällen, d.h., daß in 12,4% der Fälle eine Fehldiagnose gestellt wurde.
Bei Gerät II (elektrisches Zahnprüfhandstück) ergibt sich eine Übereinstimmung zwischen Röntgenbefund und Vitalitätsprüfung in 299 Fällen, d.h., daß in 10% der Fälle eine

Fehldiagnose gestellt wurde.
Bei Gerät III (Kohlensäureschnee) ergibt sich eine Übereinstimmung zwischen Röntgenbefund und Vitalitätsprüfung in 321 Fällen, d.h., daß in 3,4% der Fälle eine Fehldiagnose gestellt wurde.
Aus der Gesamtzahl der untersuchten Zähne wurden nach der gleichen Methode zusätzlich 13 überkronte Zähne vergleichend geprüft. Dabei ergibt sich Übereinstimmung zwischen Röntgenbefund und Vitalitätsprüfung bei Gerät I in 5, bei Gerät II in 8 und bei Gerät III in 10 Fällen. Die Angaben bezogen sich auf die Gesamtzahl der untersuchten Zähne; mögliche Fehlschlüsse können sich dabei aus der Morphologie und Topographie der geprüften Zähne ergeben. Es wurden deshalb die Ergebnisse der Messungen einzelner Zahntypen gesondert ausgewiesen und vergleichsweise den Fehlmessungen an den Gesamtzähnen gegenübergestellt.
Statistische Auswertungen mit Hilfe des x^2-Testes ergaben für den Kugelstopfer eine signifikante Reizdauerverkürzung, wenn das Gerät statt an erster Stelle zeitlich später zur Prüfung herangezogen wurde. Die Zahl der Fehldiagnosen kann also mit Sicherheit verringert werden, wenn der zu prüfende Zahn vor der Prüfung mit dem erhitzten Kugelstopfer einem anderen Reiz ausgesetzt wurde. Dagegen zeigt die statistische Auswertung der mit dem elektrischen Pulpenprüfer ermittelten Ergebnisse, daß hierbei eine bestimmte Reihenfolge keinen Einfluß auf die Diagnose hat. Der Prüfung mit Kohlensäureschnee sollten keine anderen Prüfungen vorausgehen, da sich sonst die Zahl der Fehldiagnosen signifikant erhöht.
Durch die vorliegenden Vergleiche wird bestätigt, daß die Vitalitätsprüfung - gleich mit welchem Gerät - keine Prüfungsmethode darstellt, die als alleinige, sichere, einfache oder als schnell durchzuführende Maßnahme angesehen werden kann. Die Ergebnisse geben lediglich Auf-

schlüsse über die Wertigkeit der verglichenen Geräte. Erklärende Versuche zur Begründung der Fehldiagnosen und die statistische Auswertung der Ergebnisse weisen auf mögliche Verbesserungen hin: Fehldiagnosen werden verringert, wenn verschiedene Methoden zur Vitalitätsprüfung herangezogen und zusätzlich bestimmte Reihenfolgen bei den Prüfungen eingehalten werden.

V. Schrifttum

1. BACK, R.: Vitalitätsprüfung der Zähne mittels Kohlensäureschnee.
   Der prakt. Zahnarzt 8 (1936): 309

2. BECKER, H.J.: Ein Beitrag zur Frage der Pulpenvitalität.
   Dtsch.zahnärztl.Z. 12 (1958): 541

3. BJÖRN, H.: Electrical excitation of teeth and its application to dentistry.
   Svensk.Tandläk.-T. 39, Suppl (1946)

4. BORSCHKE, A. u. WOLF, H.: Eine neue Methode der elektrischen Zahnuntersuchung.
   Z.Stomat. 27 (1929): 202

5. BRAUNSDORF, A.: Die elektrische Pulpaprüfung. Ein wertvolles Diagnostikum zur Erfassung gradueller Sensibilitätsänderungen der Pulpa.
   Med.Diss. Berlin 1959

6. BUCHS, H.: Die Vitalitätsprüfung der Pulpa mit Kohlensäureschnee.
   Zahnärztl.Rdsch. 62 (1953): 194

7. DAUSCH, F.: Die Vitalitätsprüfung der Zahnpulpa, vergleichende klinische und histologische Untersuchungen.
   Dtsch.zahnärztl.Z. 11 (1957): 152

8. DÜRR, H.J.: Vergleichende Untersuchungen über die Wirkungsweise von Vitalitätsprüfungen.
   Med.Diss. München 1957

9. EHRENFELD, H.: Beitrag zur Frage der elektrischen Zahnuntersuchung.
   Z. Stomat. 25 (1927): 1039

10. FISCHER, G.: Sensibilitätsprüfungen der Pulpa mit Hilfe des elektrischen Stromes.
Öst.-ung.Vjschr.Zahnheilk. 26 (1910): 301

11. FUIJT, W.: Über die Anwendung schwacher Induktionsströme zum Aufsuchen gewisser Krankheiten in der Zahnpulpa.
Münch.med.Wschr. 49 (1902): 624

12. GODT, H.: Beitrag zur Ermittlung der elektrischen Reizschwelle am Zahn.
Dtsch.zahnärztl.Z. 11 (1967): 1363

13. HAUNFELDER, D.: Die verschiedenen Arten der Vitalitätsprüfung und ihre praktische Auswertung.
Öster.Z.Stomat. 54 (1957): 185

14. HENSEL, H.: Sinnesempfindung in der Mundhöhle.
Die Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde. Band I, 447 f. München/ Berlin 1958

15. HESSE, G.: Über den Nachweis des Lebenszustandes der Pulpa unversehrt aussehender Zähne durch den elektrischen Strom.
Dtsch.Mschr.Zahnheilk. 25 (1907): 141

16. KETTERL, W.: Studie über das Dentin der permanenten Zähne des Menschen, 1. Teil.
Stoma 2 (1961)

Studie über das Dentin der permanenten Zähne des Menschen, 2. Teil.
Stoma 3 (1961)

17. LANGEGGER, P.: Ein neues Gerät zur Prüfung der Pulpenvitalität.
Öst.Z.Stomat. 4 (1954): 236

18. LINDER, A.: Zufällig angeordnete Zahlen.
Documenta Geigy
Basel 6. Auflage

19. MEYER, W.: Normale Histologie und Entwicklungsgeschichte der Zähne des Menschen.
C. Hanser, München 1951

20. MÜLLER, J.: Die elektrische Hochfrequenzprüfung und die Prüfung mit Kohlensäureschnee der marktoten Zähne unter besonderer Berücksichtigung des Gesamtzustandes der Probanden.
Med.Diss. Tübingen 1958

21. MÜNCH, J. u. SCHRIEVER, H.: Die Zähne als Sinneswerkzeug.
Z. Biol. 91 (1931): 75

22. OBWEGESER, H. u. STEINHÄUSER, E.: Ein neues Gerät zur Vitalitätsprüfung der Zähne mit Kohlensäureschnee.
Schweiz.Mschr.Zahnheilk. 73 (1963): 1001

23. PFANZAGEL, J.: Allgemeine Methodenlehre und Statistik.
Sammlung Göschen 1965, Teil I und II

24. REBEL, H.H.: Lehrbuch der konservierenden Zahnheilkunde.
C. Hanser, München 1947

25. REIN, H. u. SCHNEIDER, M.: Einführung in die Physiologie des Menschen.
Berlin/Göttingen/Heidelberg 1963

26. RITTER, O.: Untersuchungen über die Bestimmung der Schmerzempfindlichkeit beim Menschen mit Hilfe einer faradischen Reizmethode.
Med.Diss. Kiel 1958

27. SAUERMANN, G.: Die Vitalitätsprüfung der Pulpa bei metallüberkronten Zähnen mit Kohlensäureschnee.
Med.Diss. Göttingen 1951

28. SAUERMOST, W.: Untersuchungen über die Vitalitätsprüfung der Pulpa.
Med.Diss. Göttingen 1959

29. SAXER, A.: Die Vitalitätsprüfung der Zähne.
Med.Diss. Zürich 1958

30. SCHRÖDER, H.: Der Induktionsstrom als Diagnostikum in der zahnärztlichen Praxis.
Korresp.-Bl.Zahnärzte 34 (1905): 68

31. STIEGLER, J.H.: Zur Problematik der Pulpenvitalitätsprüfung.
Wiener Med.Wschr. (1954): 5

32. THONHOFER, P.: Einige Vorbedingungen zur Vitalitätsprüfung von Zahnpulpen.
Zahnärztl.Prax. 13 (1962): 288

33. WEBER, R.: Über die Chronaxie der sensiblen Nervenendigungen im gesunden Zahn.
Dtsch.Mschr.Zahnheilk. 51 (1933): 769

34. WERZ, R.v.: Über die Chronaxie der sensiblen Nervenendigungen im Zahnbein.
Naunyn-Schmiedebergs Arch. 167 (1932): 191

Meinem verehrten Lehrer, Herrn Prof.Dr.K. Fuhr, sei an dieser Stelle recht herzlich gedankt für die Überlassung des Themas und für seine stete Hilfsbereitschaft bei der Durchführung der Versuche und der Abfassung der Arbeit.

Herrn Priv.-Doz.Dr.L. Horbach vom Institut für medizinische Statistik und Dokumentation in Mainz danke ich für die Unterstützung bei der statistischen Auswertung der Befunde.

Lebenslauf

Am 19.7.1942 wurde ich als erster Sohn des Zahnarztes Albert Scherer und dessen Ehefrau Anna, geb. Jochum in Illingen/Saar geboren. Nach 4jährigem Besuch der Volksschule in Wiesbach/Saar trat ich 1953 in das staatliche Realgymnasium in Lebach ein. Dort bestand ich 1962 am staatlichen Aufbaugymnasium mein Abitur. Im Mai 1962 immatrikulierte ich mich an der Johannes-Gutenberg-Universität in Mainz für das Fach Zahnheilkunde. Nach 6 Semestern vorklinischen und 5 Semestern klinischen Studiums bestand ich dort 1968 das zahnärztliche Staatsexamen.
Seit dem 1. März 1968 bin ich als Assistent in zahnärztlichen Praxen tätig.

Universitätsdruckerei Engelbert Pfriem, 56 Wuppertal-Elberfeld, Else-Lasker-Schüler-Str. 47-49